DIE NATURWISSENSCHAFTEN

1. Jahrgang. 28. März 1913. Heft 13.

Zur kinetischen Theorie der Materie.

Einführung zum Kongreß in Göttingen. (21. bis 26. April.)

Die Molekularphysik befindet sich in einer Periode stürmischer Entwicklung. Man begnügt sich nicht mehr damit, die Resultate physikalischer Beobachtung durch rein beschreibende Formeln darzustellen, sondern das Streben nach einer tieferen Einsicht in das Wesen der Materie ist wiedererwacht. Die phänomenologische Begnügsamkeit war berechtigt, solange man keine direkte Kunde von der feinen Aufteilung der Materie besaß, und die molekulare Auffassung den Rang einer reinen Hypothese hatte, die oft heuristisch nützlich war, von vielen aber aus philosophischen Gründen verworfen wurde. Und doch läßt es sich nicht leugnen, daß gerade auch von philosophischer Seite die Zurückführung der Gesetze der Materie auf die Gesetze der Mechanik der kleinsten Bausteine als die tiefergehende Auffassung empfunden wurde. Kann man doch den Gedanken der Atomistik bis in die Anfänge der ionischen Naturphilosophie zurück verfolgen.

Die Chemie war die erste exakte Wissenschaft, welche sich von Anfang an der atomistischen Vorstellungsweise bemächtigte und auch ihre Ausdrucksart bis ins einzelne danach formte. Als die ersten Versuche einer Theorie der grundlegenden Eigenschaften der Materie (Elastizität der festen, Oberflächenspannung der flüssigen Körper) unternommen wurden, war es für die Forscher *(Poisson, Navier, Laplace)* selbstverständlich, diese Erscheinungen auf Anziehung und Abstoßung isolierter Partikel zurückzuführen. Ihre größten Erfolge feierte die Molekulartheorie durch die Erklärung der *Gasgesetze;* die kinetische Gastheorie, die von *Krönig* und *Clausius* begründet, von *Maxwell* und *Boltzmann* vertieft wurde, vermochte nicht nur die Zustandsgleichung und die Energieverhältnisse idealer Gase verständlich zu machen, sondern auch neue Erscheinungen vorherzusagen, z. B. die Unabhängigkeit der Gasreibung vom Druck *(Maxwell).* Das Bestreben, auch das thermische Verhalten der Flüssigkeiten in den Kreis der kinetischen Erklärung einzubeziehen, führte *van der Waals* zu einer Erweiterung der Grundvorstellungen der kinetischen Theorie, welche, wenn auch nicht in allen Punkten zutreffend, doch ein wertvoller Führer beim Studium des Überganges vom gasförmigen zum flüssigen Zustand geworden ist. Trotz dieser augenscheinlichen Erfolge setzte unter Führung hervorragender Chemiker *(Ostwald)* eine Reaktion gegen die Atomtheorie ein, deren Ursache wohl wesentlich darin zu suchen ist, daß die Atomistik zwar zur Erklärung der Erscheinungen *ausreicht,* aber keineswegs von den Erscheinungen als notwendige Hypothese *eindeutig gefordert* wird.

Erst in neuerer Zeit ist darin ein Wandel eingetreten. Entscheidend war dabei der kühne Gedanke, daß auch die elektrische Ladung nicht beliebig aufgeteilt werden kann, sondern aus kleinsten Werten, den Elektronen, sich zusammensetzt. Die Einführung dieses Gedankens förderte nicht nur auf dem Umwege der weit ausgebauten Elektronentheorie *(H. A. Lorentz)* das Verständnis der elektrischen Eigenschaften der Materie (Dielektrizitätskonstante, Widerstand usw.), sondern es gelang infolge der enormen Größe der elektrischen Kräfte, die Existenz eines einzelnen Elektrons in seiner mechanischen Wirkung nachzuweisen *(Millican).* Da der Wert der hierbei und nach anderen Methoden gemessenen Ladung stets der gleiche $e = 4{,}7 \cdot 10^{-10}$ elektrostatische Einheiten oder ein ganzes Vielfaches von e ist, so kann es keinem Zweifel unterliegen, daß die Elektrizität wirklich atomistisch auftritt.

Durch diese Erkenntnis wurde zugleich die Existenz der materiellen Atome über jeden Zweifel erhoben. Denn man war nun in der Lage, die aus den Erscheinungen der inneren Reibung, Wärmeleitung, Diffusion nach der kinetischen Gastheorie erschlossenen Werte der absoluten Masse der Atome auf elektrischem Wege direkt zu verifizieren. Das Verhältnis von Ladung e und Masse m eines geladenen Partikels läßt sich auf verschiedene unabhängige Arten messen; überall da, wo die Erscheinung nur von freien Elektronen abhängen kann (Kathodenstrahlen, β-Strahlen der radioaktiven Körper, *Zeeman*effekt), wird für e/m ein und derselbe Wert gefunden, wo aber chemische Substanzen die Träger der Ladung sind (Elektrolyse, Kanalstrahlen, α-Strahlen), ergeben sich viel kleinere Werte für e/m, entprechend der etwa 2000 mal größeren Masse der Atome. Die daraus berechneten Werte von m stehen nicht nur im Verhältnis der bekannten relativen Molekulargewichte, sondern stimmen auch mit den Angaben der kinetischen Gastheorie überein. Die Erklärung der Brownschen Bewegung und Diffusion auf kinetischer Grundlage *(Einstein)* und ihre quantitative Erforschung *(Perrin)* bilden eine weitere Stütze der atomistischen Theorie der Materie und geben zugleich die genauesten Methoden zur Bestimmung der Fundamentalzahlen an die Hand (Avogadrosche Zahl = Anzahl Moleküle in einem Mol $= 6 \cdot 10^{23}$). Schließlich gelang es auch, ein einzelnes geladenes Molekel nachzuweisen, dank der Eigenschaft der radioaktiven Körper, als α-Strahlen Moleküle mit so ungeheuerer Geschwindigkeit fortzuschleudern, daß ihre Einzelwirkung merklich wird.

So glauben wir uns heutzutage wahrhaft berechtigt, die molekulare Vorstellungsweise als die richtige anzusprechen und wir fühlen das Vertrauen, ein Bild für das Wesen der Materie gefunden zu haben, welches noch Licht auf viele dunkle Stellen unserer Naturauffassung wird werfen können. Man hat bisher die Gesetze des Makrokosmos

ohne weiteres auf die Atommechanismen übertragen und dabei zahlreiche Erfolge erzielt. Aber man wird sich nicht wundern dürfen, wenn es sich zum Verständnis weiterer Gruppen von Tatsachen als notwendig erweist, Kräfte und Beziehungen für die Moleküle in Anspruch zu nehmen, welche unserer makroskopischen Erfahrung fremd sind. Die Entscheidung über Annahme oder Ablehnung solcher Hypothesen wird, wie immer, ihre innere Widerspruchslosigkeit und der ihrer Erklärung zugängliche Tatsachenbereich sein; sie stehen erkenntnistheoretisch auf der gleichen Stufe mit den anderen Hypothesen der Physik. Man kann behaupten, daß zurzeit die vornehmste Aufgabe der Physik sei, nach brauchbaren Annahmen über die Physik der Moleküle zu suchen.

Nur an einer Stelle ist dies Problem bisher mit Erfolg in Angriff genommen worden, und zwar kam der entscheidende Stoß von einem Gebiete, das sich gar nicht direkt mit den Vorgängen an den einzelnen Molekülen zu befassen schien, von der *Strahlungstheorie*. Aufgabe dieser Disziplin ist es, den thermodynamischen Gleichgewichtszustand der Strahlung zu untersuchen. Dies bedeutet folgendes: in einem Raume, der nach außen gegen Energieaustausch völlig abgeschlossen ist, befindet sich eine unveränderliche Menge von Energie, welche in verschiedenen Formen auftritt (Wärme, chemische Energie). Ein Teil ist „strahlende Energie", d. h. in Form von infraroten Wärmewellen, oder auch — wenn die Temperatur so hoch ist, daß die Körper in dem Raume glühen — direkt als Energie sichtbaren Lichtes vorhanden. Die Hauptaufgabe ist die Feststellung des Spektrums der Strahlung (Verteilung der Energie auf die Wellenlängen). Die Energieverteilung ist nach den Prinzipien der Strahlungstheorie unabhängig von der Beschaffenheit des Innern jenes abgeschlossenen Raumes und durch die Temperatur, welche in jenem Raume herrscht, allein bestimmt. Dabei kommt die Molekulartheorie insofern mit herein, als man sich vorstellen muß, daß jener Gleichgewichtszustand infolge der Energieumsetzungen in der Materie (Absorption, Emission, Wärmeleitung) zustande kommt. Man übernahm die Vorstellungen der Dispersionstheorie und dachte sich in den Körpern elektrische Ladungen („Resonatoren"), welche auf die einfallende Strahlung reagieren und sie ihrerseits verändern können. In der Dispersionstheorie werden auf diese molekularen Resonatoren mit Erfolg die Sätze der Dynamik und Elektrodynamik angewandt. In der Strahlungstheorie wurde der gleiche Weg beschritten und führte zu einem völligen Mißerfolg. Es stellte sich heraus, daß gemäß dieser Vorstellung der ganze Energieinhalt jenes abgeschlossenen Strahlungsraumes in ganz kurzwellige ultra-ultraviolette Strahlung übergehen müßte.

Den Weg aus dem Dilemma, in welches man durch Verwendung der makroskopischen Gesetze auf die Molekülwelt geraten war, zeigte *M. Planck*, indem er die *„Quantenhypothese"* aufstellte. In der heutigen Form lautet diese Hypothese so: entsendet ein Molekül Energie als Strahlungsenergie (Lichtwelle), so schickt es immer eine bestimmte Menge ε auf einmal aus, oder ein ganzes Vielfaches dieser Menge.

Ist dabei ν die Frequenz des Lichtstrahls, so ist das „Energiequant" ε proportional ν, d. h. $\varepsilon = h\nu$ und h ist eine Konstante ($6{,}5 \cdot 10^{-27}$ [erg. sec]), welche ihrer Dimension wegen das universelle *Wirkungs*quantum genannt wird.

Mit Hilfe dieser Hypothese ist es gelungen, die theoretischen Strahlungsgesetze in Einklang mit der Erfahrung zu bringen. Es ist aber klar, daß eine so fundamentale Annahme über die elementare Energieumsetzung an Atomen nicht allein auf die Verhältnisse der Strahlungstheorie zugeschnitten sein darf, sondern von allgemeiner Tragweite sein muß. In der Tat hat man mit großem Erfolg angefangen, dieselbe Hypothese auf alle möglichen anderen molekularen Energieumsetzungen anzuwenden und es ist gelungen, Gruppen von Erscheinungen durch das Band dieser „Quantentheorie" zu verknüpfen, die vorher überhaupt nicht zusammenzuhängen schienen.

Der erste Schritt in dieser Richtung wurde von *Einstein* getan, dem es gelang, den Energieinhalt fester Körper und damit ihre spezifische Wärme aus optischen Eigenschaften (Reststrahlen) vorherzusagen; weiter konnte man die elastischen Eigenschaften der Körper mit ihrer spezifischen Wärme verbinden.

Eine andere Klasse von Erscheinungen, wo die Quantenhypothese Erfolg verspricht, sind gewisse Vorgänge, bei denen freie Elektronen von der Materie emittiert oder absorbiert werden, z. B. bei chemischen Umsetzungen *(Haber)*, beim Auftreffen von Kathodenstrahlen auf die Antikathode und der Entstehung von Röntgenstrahlen, bei der Entstehung von Radiumstrahlen sowie bei der Aufladung belichteter Metallplatten (lichtelektrischer Effekt) *(Sommerfeld)*.

An der Brauchbarkeit der Quantenhypothese kann füglich heute nicht mehr gezweifelt werden. Man hat sie bisher ohne genauere Einsicht als *Regel* angewandt, wobei dem physikalischen Instinkt noch viel Spielraum gelassen wurde, und die vielseitigen Erfolge zeigen die Berechtigung dieses Verfahrens. Von der scharfen Formulierung der klassischen physikalischen Gesetze ist aber die Quantenregel noch weit entfernt. Wie steht es nun mit ihrer Begründung? Ist sie tatsächlich der Ausdruck eines fundamentalen neuen Gesetzes der Atommechanik, oder ist sie schließlich doch auf Grund der gewöhnlichen Mechanik erklärbar? Es ist nämlich zu bedenken, daß in den beiden Fällen, wo die Quantenhypothese sich am besten bewährt hat, in den Theorien der Strahlung und der spezifischen Wärme, es sich um sehr komplizierte Systeme handelt, die aus ungeheuer vielen Molekülen bestehen; daher lassen sich die Vorgänge gar nicht im einzelnen verfolgen, sondern man kann nur statistische Mittelwerte berechnen. Derjenige Zweig der Mechanik, der sich mit dieser Aufgabe befaßt, kann nicht ohne neue Hypothesen auskommen, welche über die Grundsätze der reinen klassischen Mechanik hinausgehen. Es ist nun die Frage, ob die Widersprüche, welche die Quantentheorie gegen unsere sonstigen Vor-

stellungen aufweist, sich nicht zwanglos bei einer Revision der Grundlagen der statistischen Mechanik aufklären werden.

Man hat von vielen Seiten versucht, das Knäuel von Fragen, das so entstanden ist, zu entwirren, aber ohne irgendwie zu einer Klärung zu gelangen. Schon vor mehr als einem Jahr unternahm man den Versuch, durch gemeinsame Arbeit und Aussprache der hervorragendsten Forscher auf dem Gebiete der Molekularphysik vorwärts zu kommen; die Sitzungsberichte dieses internationalen „Brüsseler Quantenkongresses", der von Herrn *Solvay* einberufen worden war, sind soeben erschienen[1]) und geben die beste Übersicht über den Stand der Quantentheorie, der sich seit jenem Kongresse wenig verschoben hat. Heute steht die Begründung dieser Lehre im Vordergrund und, was aufs engste damit zusammenhängt, die Revision der Grundlagen der statistischen Mechanik. Der Diskussion all dieser Fragen soll ein neuer Kongreß dienen, welcher von der Kommission der Wolfskehlstiftung der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften in Göttingen für die Zeit vom 21. bis 26. April 1913 einberufen worden ist. Eine Übersicht über die Gegenstände, welche dort verhandelt werden sollen, gibt am besten das Verzeichnis der Vorträge, an welche sich die Diskussionen anschließen sollen[2]):

1. *M. Planck*, Berlin: Gegenwärtige Bedeutung der Quantenhypothese für die Gastheorie.
2. *P. Debye*, Utrecht: Die Zustandsgleichung auf Grund der Quantenhypothese.
3. *W. Nernst*, Berlin: Kinetische Theorie der festen Körper.
4. *M. v. Smoluchowski*, Lemberg: Gültigkeitsgrenzen des zweiten Hauptsatzes der Wärmetheorie.
5. *A. Sommerfeld*, München: Probleme der freien Weglänge.
6. *H. A. Lorentz*, Haarlem: Anwendung der kinetischen Methoden auf Elektronenbewegung.

Es ist zu hoffen, daß an diesem Kongreß, der die Aufhellung der tiefsten Probleme der Physik anstrebt, sich alle diejenigen beteiligen werden, die ihre Kräfte diesem Zweige der Naturforschung weihen.

Die neuen Versuche von C. T. R. Wilson zur Sichtbarmachung der Bahnen der radioaktiven Strahlen.

Von Prof. Dr. Erich Regener, Berlin.

(Mit einer Tafel.)

Zu den schönsten Resultaten, welche die junge Forschung der Radioaktivität aufzuweisen hat, gehören zweifellos die Methoden, welche eine Beobachtung der Einzelwirkung von α- und β-Teilchen ermöglichen. Da die α-Teilchen nachgewiesenermaßen Heliumatome sind, die β-Teilchen *Elektronen*, so ist durch diese Beobachtungen der direkteste Beweis für die korpuskulare Struktur der Materie und der Elektrizität gegeben. So erwünscht ein solcher Beweis von jeher seit der Aufstellung der Atomistik und der kinetischen Gastheorie war, so ist er doch erst durch die Entdeckung der Strahlen der radioaktiven Körper möglich gemacht worden. Denn *diese* erst lehrte uns Korpuskeln (materielle und elektrische) kennen, welche auf natürlichem Wege, nämlich durch Abschleuderung von radioaktiven Atomen sich mit einer so großen Geschwindigkeit bewegen, wie sie künstlich im Laboratorium nicht herstellbar ist. Vermöge dieser großen Geschwindigkeit (bei den α-Strahlen ca. 20 000 km[1]), bei den β-Strahlen bis nahe Lichtgeschwindigkeit) ist die an der einzelnen Korpuskel haftende Energie so groß, daß die Wirkung der *einzelnen* Korpuskel zur direkten Beobachtung gelangen kann. Solche „Zähl"-methoden gibt es für α-Teilchen bereits eine ganze Reihe: die Scintillationsmethode[2]), die elektrische Methode[3]), die photographische Beobachtung der Einzelwirkungen und andere mehr. Auch für β-Teilchen arbeitet man neuerdings an Zählmethoden. Keine dieser Methoden gibt uns aber ein so direktes Bild von dem Verhalten der α-Strahl- oder der β-Strahlkorpuskel, wie die neuen Versuche von *C. T. R. Wilson*, welcher die Bahn der α-Teilchen und β-Teilchen in feuchter Luft sichtbar machen und photographieren konnte. Nachdem *Wilson* vor Jahresfrist[4]) bereits vorläufige Resultate veröffentlicht hatte, gibt er neuerdings[5]) eine ausführliche Beschreibung seines Apparates und außerordentlich schöne Photographien, welche des allgemeinsten Interesses würdig sind.

C. T. R. Wilsons Methode beruht auf folgenden Eigenschaften der radioaktiven und der Röntgenstrahlen. Alle diese Strahlen haben bekanntlich die Fähigkeit in einem Gase, durch das sie hindurchtreten, Ionen zu erzeugen. Sind diese Strahlen korpuskulär, haben sie also den Charakter eines fliegenden Geschosses, das also bei den α-Strahlen ein Heliumatom, bei den β-Strahlen ein Elektron darstellt, so sind auch die gebildeten Ionen längs der Flugbahn dieses Geschosses angeordnet. Auch bei der Ionisation der γ-Strahlen und der Röntgenstrahlen sollte eine Anordnung der gebildeten Ionen längs einzelner Bahnen erfolgen, da die Ionisation dieser Strahlen nach einer von *Bragg* eingeführten Ansicht keine direkte ist, sondern erst durch Sekundärstrahlen, welche β-Strahl-Charakter haben, erfolgt.

Bereits seit längerer Zeit ist die Eigenschaft dieser Ionen bekannt, Kondensationskerne in übersättigtem Wasserdampf zu bilden[6]). Über

[1]) Gauthier-Villard.

[2]) Eine ausführliche Inhaltsangabe der Vorträge erhalten Interessenten bei *Dr. E. Hecke*, Göttingen, Nikolausbergerweg 48.

[1]) Die Geschwindigkeit der Gasmoleküle bei gewöhnlicher Temperatur ist von der Größenordnung eines Kilometers, die kinetische Energie also etwa $4 \cdot 10^6$mal kleiner als diejenige eines Moleküls mit α-Strahl-Geschwindigkeit.

[2]) *Regener*, Verh. d. D. Phys. Ges. *10*, 78, 1908.

[3]) *Rutherford* und *Geiger*, Proc. Roy. Soc. (A) *81*, 141 u. 162, 1908.

[4]) *C. T. R. Wilson*, Proc. Roy. Soc. A. *85*, 285, 1911.

[5]) Derselbe. Proc. Roy. Soc. A. *87*, 277, 1912. Deutsch in Jahrb. d. Radioakt. u. Elektronik *10*, 34, 1913.

[6]) *R. v. Helmholtz*, Wied. Ann. *32*, 1887, *R. v. Helmholtz* und *Richarz*, Wied. Ann. *59*, 592, 1896.

diese Erscheinung hat *C. T. R. Wilson* früher eine Reihe wertvoller Untersuchungen gemacht, insbesondere konnte er feststellen, daß die positiven und negativen Ionen die Kondensation des Wasserdampfes verschieden stark beeinflussen[1]). Er stellte die Übersättigung des Wasserdampfes so her, daß er ein bestimmtes, bei Zimmertemperatur mit Wasserdampf gesättigtes Volumen Luft v_1 *plötzlich* auf ein größeres Volumen v_2 expandierte. Dabei tritt eine plötzliche Abkühlung ein, welche bewirkt, daß unmittelbar nach der Expansion die Luft mit Wasserdampf übersättigt ist. Die Größe der Übersättigung kann durch das Verhältnis $\frac{v_2}{v_1}$, der Volumina nach und vor der Expansion gemessen werden. *Wilson* fand, daß an negativen Ionen Kondensation bei einer Expansion größer als 1,25 auftritt; erst bei einer Expansion größer als 1,31 bilden auch die positiven Ionen Kondensationskerne, während oberhalb $\frac{v_2}{v_1} = 1{,}38$ auch in ionenfreier Luft dichte Wasserwolken entstehen.

Dieselbe Methode ist jetzt von Herrn *Wilson* so ausgearbeitet worden, daß sich durch sie auch die Bahnen *einzelner* korpuskulärer Strahlen sichtbar machen lassen.

Die Hauptschwierigkeit lag darin, die Kondensation des Wasserdampfes an den Ionen möglichst unmittelbar nach ihrer Entstehung durch den betreffenden korpuskulären Strahl vorzunehmen und dann auch sofort durch Momentanbeleuchtung eine Photographie von der entstandenen Wassertröpfchenwolke herzustellen. Ferner mußten die Ionen entfernt werden, welche *vor* der Expansion im Apparate entstanden waren, denn diese hätten vermöge der gebildeten Wassertröpfchen eine allgemeine Verschleierung der Bilder verursacht. Die letztere Schwierigkeit vermeidet Herr *Wilson* dadurch, daß er in der Expansionskammer ein elektrisches Feld (ca. 10 Volt/cm) erzeugt, welches die Kammer ionenfrei erhält. In einigen Fällen wendet Herr *Wilson* auch die Methode an, daß er die zu untersuchenden Strahlen mit der Expansion zwangläufig in die Kammer eintreten läßt. Die sofortige Aufnahme der gebildeten Wassertröpfchen wird in sinnreicher Weise dadurch erreicht, daß die Öffnung des Ventils, welches die Expansion in der Beobachtungskammer betätigt, selbsttätig den Fall einer Kugel auslöst, welche durch Schließen einer Leydener-Flaschen-Batterie den zur Aufnahme dienenden Beleuchtungsfunken auslöst.

Der Hauptteil des Wilsonschen Apparates ist in Fig. 1 dargestellt. *A* ist die Expansionskammer. Die Wände bestehen aus Glas, das zum Schutze gegen das Beschlagen mit Wassertropfen innen mit Gelatine überzogen ist. Die untere Wand der Kammer *A* ist als Kolben ausgebildet und kann durch Betätigung des Ventils *B*, welches nach der evakuierten Kugel *C* führt, plötzlich nach unten bewegt werden. *D* sind Holzklötze, welche das Luftvolumen unterhalb des Kolbens verkleinern. Die Abdichtung erfolgt durch Wasser, welches gleichzeitig die Luft in der Kammer *A* mit Wasserdampf sättigt. Der Expansionsgrad kann durch die Größe der Bewegung des Kolbens reguliert werden. Die Expansion lag meistens zwischen 1,33 und 1,36, so daß sowohl von den positiven wie von den negativen Ionen Wassertröpfchen kondensiert wurden. Das elektrische Feld wurde durch die in der Figur angedeutete Batterie zwischen Dach und Boden der Expansionskammer erzeugt. Die Auslösung des Ventils *B* geschah durch eine mit einer Kugel beschwerte Schnur. Von der Kugel löste sich beim Fall eine zweite an einem dünnen Faden befestigte ab, welche beim Fall die Entladung der Leydener-Flaschen-Batterie und damit den zur Photographie dienenden Beleuchtungsfunken auslöste. Der Beleuchtungsfunke schlug in Quecksilberdampf von Atmosphärendruck über, der in einer Quarzröhre erzeugt wurde. Meist war die photographische Kamera mit horizontaler Achse seitlich von der Expansionskammer aufgestellt. Die Beleuchtung durch den Funken erfolgte dann schräg von oben unter einem Winkel von 25 Grad. In den hier in Fig. 2—4 wiedergegebenen Aufnahmen stand da-

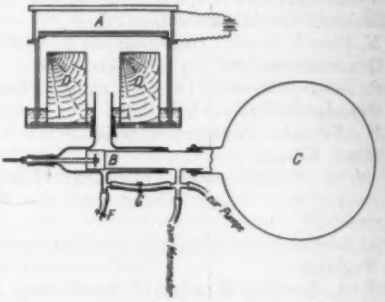


Fig. 1.

gegen die Kamera mit vertikaler Achse über der Kammer, der Beleuchtungsfunke dagegen seitlich.

Die Aufnahme Fig. 2 auf Tafel I zeigt die α-Strahlen, welche von einer winzigen Menge Radium ausgehen, das sich auf der Spitze eines in die Expansionskammer hineinragenden Drahtes befindet. Die scharf definierten Strahlen sind solche, welche in der sehr kurzen Zeit zwischen der Expansion und der Auslösung des Beleuchtungsfunkens von dem Präparat ausgesandt wurden. Daneben sieht man verwaschenere Strahlen. Sie rühren von solchen α-Teilchen her, welche kurz *vor* der Expansion ausgesandt wurden, so daß die gebildeten Ionen durch Diffusion und durch die Kräfte des elektrischen Feldes auseinandergezogen wurden.

Fig. 3 (Tafel I) ist eine Aufnahme, bei der durch ein am Expansionskolben angebrachtes Fenster automatisch bewirkt wurde, daß die α-Strahlen nur *nach* der Expansion zur Wirksamkeit kamen. Man sieht, daß jetzt alle α-Strahlen scharf geworden sind, da die Ionen jetzt im Momente ihrer Entstehung auch Wassertröpfchen

[1]) *C. T. R. Wilson*, Phil. Trans. *189*, 265, 1897.

Fig. 2. Vergrößerung 1 : 2,18. α-Strahlen eines Radiumkornes.

Fig. 3. Vergrößerung: 1,05. α-Strahlen von Radium.

Fig. 4. Vergrößerung 1 : 1,24. α-Strahlen der Ra-Emanation.

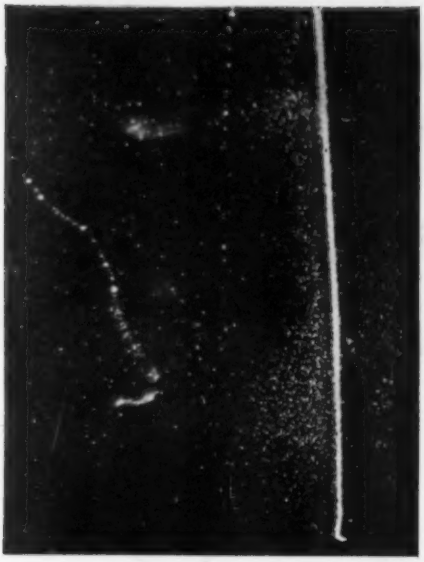


Fig. 5. Vergrößerung: 6fach. Links β-Strahlen, rechts ein α-Strahl von Radium.

Fig. 6. Vergrößerung: 6fach. Durch γ-Strahlen erzeugte β-Strahlen.

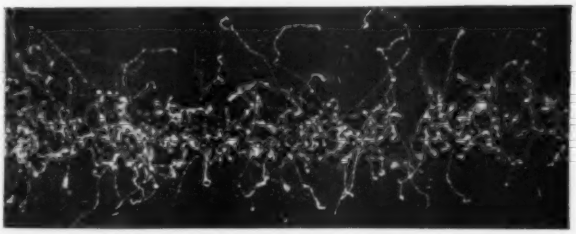


Fig. 7.

Vergrößerung: 2,45fach. Röntgenstrahlbündel von ca. 2 mm Durchmesser.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

um sich kondensierten, wonach sie natürlich sofort ihre Beweglichkeit einbüßten und so photographisch fixiert wurden. Interessant ist an dieser Aufnahme, daß die Enden fast aller α-Strahlen einen kleinen, mehr oder weniger scharfen Knick haben. Wir erlangen dadurch einen direkten Einblick in die Streuung der α-Strahlen, die von verschiedenen Autoren auf anderen Wegen schon früher gezeigt war. Die Streuung kommt augenscheinlich durch den Zusammenstoß der α-Teilchen mit einem Atom zustande.

Fig. 4 zeigt die α-Strahlen, die von einer Spur Radiumemanation ausgingen, welche in der Kammer war. Entsprechend dem gasförmigen Charakter der Emanation werden jetzt die α-Teilchen von den jeweils zerfallenden Emanationsatomen an den verschiedensten Stellen im Gasraume nach verschiedenen Richtungen ausgesandt.

Die Zahl von Ionen, welche längs der Flugbahn eines α-Teilchens erzeugt werden, ist eine sehr große (ca. 20—30 000 auf 1 cm Wegs in normaler Luft). Es ist erklärlich, daß die Wassertröpfchen, die von diesen Ionen gebildet werden, so dicht liegen, daß wie in Fig. 2—4 der α-Strahl als *ein* zusammenhängender scharfer Streifen erscheint. Anders ist es bei den β-Strahlen. Hier ist die Zahl der längs der Bahn der β-Strahlpartikel gebildeten Ionen verhältnismäßig klein, einige Hundert bis Tausend Ionen auf den Zentimeter Weg. Bei der Wilsonschen Methode wird also auch der Weg eines β-Teilchens sich durch viel weniger dicht aneinandergelagerte Wassertröpfchen bemerkbar machen. In der Tat liegen die Verhältnisse so günstig, daß es möglich ist, die von einem β-Teilchen längs seines Weges gebildeten Ionen zu *zählen*. Fig. 5 zeigt eine Aufnahme, die den Unterschied von α- und β-Strahlen frappant zeigt. Rechts der α-Strahl mit seinen dicht aneinander gelagerten Ionen (einige von den Ionen sind unter der Wirkung des elektrischen Feldes ein Stück nach links gewandert, bevor sie zu Tropfen wurden), links ein β-Strahl, an dem sich die Tröpfchen und damit auch die Ionen zählen lassen. Man sieht auch, daß der β-Strahl am meisten Ionen an seinem Ende bildet, wo er am langsamsten geworden ist. Wie bekannt, hängt ja die Zahl der gebildeten Ionen von der Geschwindigkeit ab. Ein in der Mitte des Bildes sichtbarer β-Strahl ist ein sehr schneller, der nur wenig Ionen pro cm seines Weges bildet. Interessant ist auch die Verschiedenartigkeit der Streuung bei α-Strahlen und bei β-Strahlen. Der β-Strahl wird viel stärker gestreut als der α-Strahl, die Streuung ist aber keine plötzliche, sondern eine allmähliche und um so stärker, je langsamer der Strahl ist.

Fig. 6 zeigt die Ionisation, die nach Abblendung der α- und β-Strahlen von den γ-Strahlen eines Radiumpräparates hervorgerufen wird. Es bestätigt sich die Braggsche Annahme, daß die Ionisation durch sekundäre β-Strahlen hervorgerufen ist, welche von den Gefäßwänden und den Gasmolekülen ausgehen. Die erzeugten Sekundärstrahlen sind *schnelle* β-Strahlen, wie sich aus der geringen Zahl der gebildeten Ionen ersehen läßt.

Noch schöner als an den γ-Strahlen läßt sich die sekundäre Art der Ionisierung bei den wesensähnlichen Röntgenstrahlen ersehen, welche langsamere sekundäre β-Strahlen erzeugen als die γ-Strahlen des Radiums. Die Dichtigkeit der Ionen längs des Strahles ist darum größer und die Aufnahmen werden klarer als bei den primären β-Strahlen des Radiums. Von den vielen Aufnahmen *Wilsons* sei eine charakteristische in Fig. 7 wiedergegeben. Diese Aufnahme ist so gewonnen worden, daß der Röntgenstrahl *nach* der Expansion die Kammer durchsetzte, indem gleichfalls durch eine zwischen zwei Elektroden hindurch fallende Kugel der Röntgenstrahl automatisch ausgelöst wurde. Die Bahnen aller Strahlen sind darum scharf. Man sieht auf der Photographie mit einer überraschenden Klarheit, wie längs des ca. 2 mm breiten Röntgenstrahlbündels in der Luft Sekundärstrahlen ausgelöst werden, welche willkürlich nach allen Richtungen ausgehen und auch außerhalb des von den Röntgenstrahlen bestrichenen Raumes treten. Die Wege der sekundären β-Strahlen sind sehr krummlinig, da es sich um ganz langsame β-Strahlen handelt. Von primärer Ionisation ist auf den Photographien keine Spur. Die ganze ionisierende Wirkung der Röntgenstrahlen wird also über den Umweg durch die sekundären β-Strahlen ausgeübt. Die Zahl der auf 1 cm Wegs der Sekundärstrahlen erzeugten Ionen beläuft sich auf einige Hundert; unter zwölf Zählungen war die kleinste erhaltene Zahl 150 Ionenpaare pro cm am Anfang des Strahles, der größte Wert 2160 Ionenpaare pro cm auf dem letzten halben Millimeter des Strahles.

Die Verwendungsmöglichkeiten dieser sehr schönen Wilsonschen Methode sind sicher noch nicht erschöpft. So wird man leicht durch eine Statistik feststellen können, ob die Anwendung der Sekundärstrahlen in Richtung des einfallenden Röntgenstrahles bevorzugt ist. Die Wilsonschen Photographien, werden aber auch jedem willkommen sein, der über radioaktive — oder Röntgenstrahlen vorzutragen hat. Denn die einfache Projektion der Wilsonschen Photographien wird jedermann die sonst recht schwer darzustellenden Verhältnisse der so ergebnisreichen Forschungen über die korpuskulären Strahlen leicht und überzeugend erläutern.

Biologische Probleme[1]).

Von Prof. Dr. Max Kassowitz, Wien.

Assimilation.

Es ist eine fundamentale biologische Tatsache, daß, soweit unsere Beobachtung und Erfahrung reicht, Lebendes immer nur aus Lebendem hervorgeht. Das ist nicht so zu verstehen, daß nicht leblose Stoffe in lebende Teile der Organismen übergehen können; denn wir wissen ja, daß die zum Aufbau und zum Wachstum der lebenden Teile dienenden Nahrungstoffe vor dieser Verwendung noch leblos sind. Die fundamentale Tatsache besteht vielmehr darin, daß die Umwandlung von leblosem Ma-

[1]) Siehe S. 18 (Heft 1) und S. 136 (Heft 6).

terial in lebende Substanz niemals selbständig, niemals aus freien Stücken oder durch „Urzeugung" vor sich geht, sondern immer nur in der unmittelbarsten Nähe und „unter dem Einfluß" schon vorhandener lebender Substanz. Während man also in alten Zeiten noch daran glauben konnte, daß Ungeziefer aus Schmutz oder aus faulenden Substanzen hervorgehen könne, prägte *Harvey* schon im 17. Jahrhundert den Satz: „Omne animal ex ovo"; 200 Jahre später hieß es dann bei *Virchow*: „Omnis cellula e cellula"; und jetzt können wir, da wir außer der Vermehrung der Zellen auch ihr Wachstum und das Wachstum der sie verbindenden Grundsubstanzen berücksichtigen müssen, diesen Satz noch präziser formulieren, indem wir sagen: „Omne protoplasma e protoplasmate". Damit meinen wir, daß die Umwandlung von leblosen Substanzen in lebendes Protoplasma immer nur in der unmittelbarsten, wahrscheinlich molekularen Nähe schon vorhandenen Protoplasmas geschieht; und wir können weiter behaupten, daß das neugebildete Protoplasma entweder die identischen oder doch mindestens sehr ähnliche Eigenschaften besitzt wie das vorhandene, in dessen Nähe es gebildet wird, weil aus einem Pflanzensamen immer nur die dazugehörige Pflanze, aus einem Hühnerei immer nur ein Hühnchen und aus einem Schafembryo immer nur ein Schaf und niemals etwas anderes herauswachsen kann. Weil also offenbar jedes lebende Protoplasma die Fähigkeit besitzt, aus den zu seiner Bildung verwendbaren Stoffen stets nur Identisches oder wenigstens Ähnliches hervorzubringen, spricht man bei der Verwendung von Nahrungstoffen zum Aufbau und zum Wachstum lebender Teile in der Regel von „Assimilation" (similis = ähnlich).

Wir können uns aber nicht damit begnügen, die bloße Tatsache festzustellen, daß neues Protoplasma immer nur in der unmittelbarsten Nähe, also offenbar unter irgendeinem Einflusse schon vorhandenen Protoplasmas gebildet wird, sondern wir müssen auch daran denken, ob es nicht möglich ist, diesen Einfluß zu verstehen und zu definieren. Ein solcher Versuch wäre allerdings so lange hoffnungslos, als man dabei verharren würde, das Protoplasma als ein bloßes Gemengsel der zu seiner Bildung verwendeten Nahrungstoffe anzusehen. Denn dann würden wir unmöglich begreifen können, daß die neuen Protoplasmateile bei den verschiedensten quantitativen Verhältnissen und qualitativen Variationen der zugeführten Nahrung (z. B. bei der Vertretung von Fetten durch Kohlehydrate oder umgekehrt) doch immer ihre identische oder mindestens sehr ähnliche Zusammensetzung beibehalten; wir würden auch nicht verstehen, warum eine in der Nährflüssigkeit wachsende Pflanze von den ihr gebotenen Stoffen immer nur ganz bestimmte und diese nur in ganz bestimmten Verhältnissen verwendet und warum sie fremde Stoffe ebenso zurückweist, wie einen Überschuß einer sonst mit großer Vorliebe verwendeten Nahrung. Und ganz unbegreiflich wäre es endlich, warum das Wachstum einer solchen Pflanze, also die Neubildung ihres Protoplasmas ganz unterbleibt, wenn in der Nährflüssigkeit auch nur ein einziger ihrer sonstigen Nahrungstoffe fehlt, z. B. ein Magnesiumsalz, das sie, wenn es vorhanden ist, immer nur in verschwindend kleinen Mengen verwendet. Alle diese Erscheinungen werden aber sofort verständlich, wenn man die Nahrungstoffe im Protoplasma nicht zu einem bloßen Gemenge von „Immediatbestandteilen" zusammentreten läßt, in dem sie ihre chemische Selbständigkeit bewahren dürfen, sondern es für selbstverständlich hält, daß sich aus ihnen hochkomplizierte Moleküle herausbilden, und zwar nach dem Ebenbilde jener schon vorhandenen Moleküle, unter deren assimilierendem Einflusse sie eben zustande kommen. Dann brauchen wir kein bewußtes oder unbewußtes „Wahlvermögen" der Pflanze, keine dem Protoplasma eigene „Empfindung der Qualitäten" und auch keine mit Gefühl und Geschmack ausgestattete „Ernährungsseele" der lebenden Organismen, mit welchen mystischen Begriffen auch der moderne Vitalismus zu operieren nicht verschmäht, sondern wir brauchen nur den Atomen und Atomgruppen der fertigen Protoplasmamoleküle die Fähigkeit zuzuschreiben, auf die mit ihnen identischen Atome in der sie umgebenden Flüssigkeit anziehend zu wirken und sie dadurch in ihre molekulare Nähe zu bringen, so daß sie sich dort zu neuen Molekülen von derselben Architektur vereinigen können. Dann ist es selbstverständlich, daß von den vorhandenen Nahrungstoffen nur die verwendet werden, die in den assimilierenden Molekülen vertreten sind; daß nicht nur ihnen fremde Stoffe, sondern auch der Überschuß der ihnen eigenen Bestandteile zurückgewiesen werden; daß die zur Bildung der neuen Moleküle notwendigen Kohlenstoff- und Wasserstoffmoleküle ebensogut aus der Gruppe HCH der Fette als aus der Gruppe HCOH der Kohlehydrate entnommen werden können und daß die Bildung neuer Moleküle unterbleiben muß, wenn in dem Nahrungsgemisch auch nur eine der zu ihrer Bildung notwendigen Komponenten abgängig ist. Ich denke, diesen großen Vorteilen zuliebe sollte man endlich einmal die Vorstellung eines bloßen Gemenges von „lebendem Eiweiß" mit Zucker, Fett und Mineralstoffen im Protoplasma fallen lassen und sie durch die einzig mögliche Vorstellung von vielatomigen Protoplasmamolekülen ersetzen, die nicht nur die Spaltprodukte von Eiweiß, sondern auch Zucker, Fettsäuren und mineralische Nahrungstoffe zum Aufbau neuer, identisch oder sehr ähnlich konstruierter Moleküle verwenden.

Was aber die „assimilatorische Synthese" anbelangt, wie wir die Bildung neuer Moleküle unter dem assimilatorischen Einflusse schon vorhandener Atomverbindungen von gleicher Zusammensetzung bezeichnen wollen, so ist sie keineswegs rein hypothetisch, sondern sie ist ein Vorgang, der auch in der anorganischen Welt ganz sicher stattfindet. Dafür nur ein Beispiel.

Wird kohlensaures Natron mit einem Äquivalent Wasser vermengt und wird durch dieses Gemenge Kohlensäure durchgeleitet, dann erfolgt in diesem zunächst keine Veränderung. Fügt man aber eine kleine Prise von doppeltkohlensaurem Natron hinzu, dann verwandelt sich der ganze Vorrat von kohlensaurem Natron mit Hilfe der Kohlensäure und des

Wassers in doppeltkohlensaures Natron, und diese Verwandlung erfolgt um so schneller, je mehr man von der fertigen Verbindung zugesetzt hat. Es muß also von den fertigen Molekülen eine „assimilatorische Energie" ausgehen, welche die noch getrennten Moleküle des Salzes, des Gases und des Wassers dazu zwingt, ihre chemische Selbständigkeit aufzugeben und sich zu demselben komplizierteren Bau zu vereinigen, wie er den diese Energie aussendenden Molekülen zukommt. Damit diese Vereinigung vor sich gehen kann, müssen sich in den der assimilierenden Wirkung unterliegenden Verbindungen diejenigen Teile, die zur Bildung der neuen Moleküle notwendig sind, von denen lostrennen, die zu dieser Synthese nicht verwendet werden können; es muß also von jedem Molekül des kohlensauren Natrons ein Atom Natron abgetrennt werden; es müssen ferner die Wassermoleküle und die Kohlensäuremoleküle in ihre Atome zerfallen und dann erst können sich die getrennten Teile zu zwei neuen Molekülen des Bikarbonates vereinigen. Das kann aber nur dadurch geschehen, daß die in dem zugefügten Salze enthaltenen Atome oder Atomgruppen auf die gleichnamigen Bestandteile der noch getrennten Moleküle eine starke Anziehung ausüben und sie aus ihrer Verbindung mit den dieser Anziehung nicht unterliegenden Atomen losreißen, so daß sie sich in der unmittelbarsten Nähe der assimilierenden Moleküle vermöge ihrer frei gewordenen Affinitäten zu neuen gleichgearteten Molekülen vereinigen[1]).

Daß zwischen gleichen Molekülen tatsächlich eine mächtige Anziehung besteht, hat *Pasteur* gezeigt, als er mittels der elektiven Kristallisation die Traubensäure in die rechtsdrehende und die linksdrehende Weinsäure zerlegte. Er führte nämlich zuerst Kristalle der einen Weinsäure in die gemeinsame Lösung ein und als dadurch alle gleichnamigen Moleküle herauskristallisiert waren, vollzog er dasselbe mit Kristallen der anderen Weinsäure. Dasselbe Kunststück hatte schon viel früher *Reil* an einer gemeinsamen Lösung von Salpeter und Glaubersalz demonstriert. Nur durch die energische Anziehung, welche die gleichen Atome oder die gleichen Ionen in einer Lösung aufeinander ausüben, ist aber auch die merkwürdige Tatsache zu verstehen, daß gewisse Meerpflanzen trotz des minimalen Jodgehaltes des Seewassers einen sehr bedeutenden Jodgehalt aufweisen und daß alle Seetiere Eisen enthalten, obwohl es bisher noch nicht gelungen ist, im Meerwasser Eisen nachzuweisen. Hier werden offenbar die zur Synthese eisen- und jodhaltiger Protoplasmamoleküle notwendigen Eisen- und Jodatome durch die assimilatorische Energie der in den assimilierenden Protoplasmamolekülen enthaltenen gleichartigen Atome mit Hilfe der Diffusion aus den entlegensten Weiten des Weltmeeres in ähnlicher Weise herbeigeschafft wie durch die Weinsäurekristalle die letzten Weinsäuremoleküle aus der Lösung herangezogen werden; nur daß hier die herangezogenen Atome oder Atomverbindungen nicht herauskristallisieren, sondern sich mit den übrigen Baustoffen zu neuen jod- und eisenhaltigen Protoplasmamolekülen verbinden.

Wenn diese Auffassung richtig ist, dann muß sie natürlich auf alle Fälle von Protoplasmawachstum und Protoplasmaneubildung angewendet werden können und daher auch auf die Kohlensäureassimilation der grünen Pflanzen, die den großen Kohlenstoffbedarf ihrer heranwachsenden Protoplasmen einzig und allein mit der in der Luft oder im Wasser diffundierten Kohlensäure zu decken haben. Aber obwohl der Begriff der Assimilation gerade besonders für die Verwendung der Kohlensäure durch die grünen Pflanzen in Geltung ist, stellt man sich doch den Vorgang in der Regel ganz anders vor, als wir es hier für die Assimilation im allgemeinen versucht haben, und zwar in der Weise, daß von einer Verähnlichung, von einer Assimilation im wahren Sinne des Wortes gar nicht gesprochen werden kann. Man glaubt nämlich ziemlich allgemein, daß die Kohlenstoff- und Wasserstoffatome des Kohlensäurehydrates nicht zusammen mit dem Stickstoff und dem Schwefel der mineralischen Pflanzennahrung nach Abtrennung der Sauerstoffatome zur Bildung neuer Protoplasmamoleküle unter dem assimilatorischen Einflusse der schon vorhandenen verwendet werden, sondern man stellt sich vor, daß zunächst aus Kohlensäure und Wasser Stärke oder Zucker gebildet wird, und zwar entweder direkt oder auf dem Umwege über Kohlenoxyd und verschiedene Pflanzensäuren oder über Formaldehyd und andere Übergangsstufen, und daß dann erst der Zucker sich mit den stickstoff- und schwefelhaltigen Bodensalzen zu Eiweiß vereinigt. Dabei könnte also eigentlich nicht gut von einer Assimilation durch das lebende Protoplasma gesprochen werden, weil hier die Protoplasmamoleküle nicht ihresgleichen bilden würden, sondern vielmehr viel einfachere Verbindungen entstehen sollen, für deren Bildung die so verlockende Analogie mit der anorganischen Assimilation natürlich nicht herangezogen werden könnte. Während wir also für die assimilatorische Synthese neuer Moleküle des Protoplasmas in molekularer Nähe der schon fertigen Moleküle ein mechanisches Verständnis gewinnen konnten, vermöchten wir uns keinerlei Vorstellung darüber zu machen, wie das lebende Protoplasma, dessen Gegenwart bei der Verwendung der Kohlensäure zum Wachstum der Pflanze und zur Bildung ihrer Bestandteile absolut unentbehrlich ist, es bewerkstelligen soll, daß sich z. B., wie von einigen Forschern angenommen wurde, die Kohlensäure zuerst in Kohlenoxyd, dann zusammen mit Wasser in Ameisensäure und dann durch weitere Synthesen in Oxalsäure, Glycolsäure, Apfelsäure und Zitronensäure und endlich in ein Kohlehydrat verwandeln soll, dessen weitere Vereinigung mit den Nitraten und Sulfaten zu Eiweißkörpern natürlich ebenso rätselhaft bliebe als das Durchlaufen aller früheren Etappen. Dazu kommt aber noch, daß der grüne Farbstoff, der bei der Reduktion der Kohlensäure, d. h. bei der Losreißung ihres Kohlenstoffs vom Sauerstoff, wenigstens bei den höheren Pflanzen, nicht entbehrt werden kann, schon durch schwache Säuren zerstört wird, also in der unmittelbaren Nähe

[1]) Einige andere Beispiele von anorganischer Assimilation finden sich im 25. Kapitel des ersten Bandes meiner Allgemeinen Biologie.

der angeblich unter seinem Einflusse gebildeten Säuren keinen Bestand haben könnte; während diejenigen, die den Weg der Synthesen über Formaldehyd instradieren möchten, wieder nicht berücksichtigen, daß diese Verbindung eines der stärksten Protoplasmagifte darstellt. Dasselbe Protoplasma, unter dessen rätselhaftem Einfluß diese lange Kette von chemischen Prozessen ablaufen soll, hätte aber auch noch die Aufgabe, das eine Mal aus dem so gebildeten Traubenzucker Stärke, ein andermal Rohrzucker, ein drittes Mal Zellulose und bei gewissen Pflanzen fette Öle hervorgehen zu lassen, während ein Teil desselben Traubenzuckers unter dem Einflusse desselben Protoplasmas zu Kohlensäure und Wasser verbrennen soll. Das alles könnte nicht auf natürlichem Wege durch die uns bekannten chemischen und physikalischen Energien bewerkstelligt werden, sondern nur durch vitale oder intelligente Kräfte, zu denen bezeichnenderweise gerade einige moderne Botaniker und Pflanzenphysiologen wieder ihre Zuflucht nehmen wollen.

Alle diese schwer verständlichen und zum Teil von vornherein unmöglichen Annahmen werden aber entbehrlich, wenn man die Assimilation der Kohlensäure nur als einen Spezialfall der organischen Assimilation überhaupt, d. h. der Verwendung eines Nahrungstoffes zum Aufbau neuer Protoplasmamoleküle unter dem assimilatorischen Einflusse der schon vorhandenen betrachtet, einer Verwendung, der auch hier die Losreißung der einzuverleibenden Atome oder Atomgruppen aus ihrer bisherigen Verbindung vorhergehen muß. Auch der Umstand, daß es sich dabei um eine Reduktion, also um die Trennung einer Sauerstoffbindung handelt, ist kein Novum, weil ja auch in dem früheren Beispiel einer anorganischen Assimilation die eingeleitete Kohlensäure, bevor sie sich an der Bildung des Bikarbonates beteiligen kann, in ihre Bestandteile zerlegt werden muß. Aber auch bei der assimilatorischen Verwendung der salpeter- und schwefelsauren Salze von Seite der grünen und nichtgrünen Pflanzen muß eine Losreißung des Stickstoffes und des Schwefels aus ihrer Sauerstoffverbindung vorhergehen, weil sonst ihre Aufnahme in ein neues komplizierteres Molekül unmöglich wäre. Das einzig Neue bei der Kohlensäureassimilation liegt also darin, daß in diesem speziellen Falle für die Lösung der kräftigen Verbindung zwischen Kohlenstoff und Sauerstoff die assimilatorische Energie in Verbindung mit den für jedes Protoplasmawachstum notwendigen Wärmeschwingungen nicht ausreicht, sondern daß hier auch Lichtschwingungen mitwirken müssen, deren zerlegende Wirkung in bisher noch nicht geklärter Weise durch den grünen Farbstoff unterstützt oder vielleicht erst möglich gemacht wird. Außerdem nimmt die Kohlensäureassimilation auch noch wegen der Abgabe von Sauerstoff nach außen eine Sonderstellung ein, weil eine solche bei keiner anderen assimilatorischen Sauerstoffberaubung beobachtet wird. Das rührt aber daher, daß bei der sicherlich sehr großen Zahl der in jedem Protoplasmamolekül enthaltenen Kohlenstoffatome eine so große Zahl von Sauerstoffatomen frei werden muß, daß sie nicht mehr alle bei den oxydativen Prozessen innerhalb der Pflanze Verwendung finden können; während die Sauerstoffmenge, die bei der Assimilation des Stickstoffs, des Schwefels und der anderen in noch geringerer Menge zur Verwendung kommenden Baustoffe der Protoplasmamoleküle in Freiheit gesetzt wird, eine so geringe ist, daß sie immer Gelegenheit findet, in der Pflanze selbst wieder neue Verbindungen einzugehen.

Sind aber einmal die neuen Protoplasmamoleküle auf Kosten des der Kohlensäure entnommenen Kohlenstoffes und mit Hilfe des Schwefels, des Stickstoffes, des Kalziums und Magnesiums, sowie der anderen aus den Bodensalzen entnommenen Komponenten gebildet, dann ergibt sich alles Weitere von selbst. Werden die zersetzlichen Moleküle von kräftigen Reizen getroffen, dann unterliegen sie einer oxydativen Spaltung, bei der sich ihre Kohlenstoff- und Wasserstoffatome mit dem atmosphärischen Sauerstoff zu Kohlensäure und Wasser verbinden. Die Protoplasmamoleküle aber, die der Einwirkung solcher kräftiger Reize entgehen — und sie sind in den pflanzlichen Organismen, die keine Nerven, also keine besonderen Reizleitungsapparate besitzen, viel zahlreicher als bei den Tieren — haben ebenfalls keinen dauernden Bestand, sondern sie unterliegen unter dem Einflusse schwächerer Reize einem „inaktiven" Zerfall, bei dem sie ihre kohlenstoff- und wasserstoffhaltigen Atomgruppen entweder als Stärke oder als Rohrzucker oder als Zellulose oder — in selteneren Fällen — als fette Öle abspalten. So wenig aber das Glykogen (die tierische Stärke) bei seiner Bildung jene ausgeklügelten Reaktionen und in vorgeschriebener Reihenfolge ablaufenden Synthesen durchlaufen muß, die man der pflanzlichen Stärke zumuten will, und so wenig für die Entstehung von tierischen Fetten bei fettfreier Nahrung oder bei der Aufnahme ganz anders gearteter Fette ein anderer Modus denkbar ist, als daß die bei beliebiger Nahrung entstandenen Protoplasmamoleküle unter Abspaltung spezifisch gebauter Neutralfette zerfallen, so wenig erwächst eine Schwierigkeit bei der Vorstellung, daß die Reservestoffe und Formbestandteile der Pflanze in gleicher Weise aus dem Zerfall ihrer Protoplasmamoleküle hervorgehen. Wir brauchen also zu alledem keinen geheimnisvollen Bildungstrieb und keine ebenso rätselhaften Organisationskräfte, um die verwickelten chemischen Reaktionen und Synthesen jeweilig am richtigen Orte und zur rechten Zeit ins Werk setzen zu lassen, weil wir ganz gut mit der assimilatorischen Synthese vielatomiger und daher überaus zersetzlicher Protoplasmamoleküle und ihrem Zerfall durch die als Reize wirkenden Energien auskommen können.

Über die Ursachen des Altbackenwerdens des Brotes.

In der Zeitschrift für Elektrochemie, Bd. *19* (1913) S. 202 veröffentlicht der Amsterdamer Arzt *Dr. J. R. Katz* eine interessante Studie über *die Ursachen des Altbackenwerdens des Brotes,* die wiederum zeigt, wie auch solche Probleme rein

praktischer Natur, die man von alters her nur erfahrungsmäßig beurteilt hat, durch Anwendung physikalisch-chemischer Grundsätze und Methoden einer Lösung im wissenschaftlichen Sinne zugänglich sind.

Um das Resultat kurz vorwegzunehmen, so ergibt sich, daß in der Krume des Brotes ein physikalisch-chemisches Gleichgewicht besteht, indem bei höherer Temperatur (50 bis 100°) *frisches Brot* der Gleichgewichtszustand ist, während bei Zimmertemperatur (25 bis 0°) *altbackenes Brot* die stabile Form darstellt. Die Versuche wurden so angestellt, daß die Krume in verschlossenen Röhren im Thermostaten längere Zeit auf verschiedene Temperaturen gebracht wurde. Die hierbei stattfindenden Veränderungen wurden nach dem Öffnen der Röhren geprüft. Der Übergang von „frisch" zu „altbacken" läßt sich einerseits qualitativ durch die Strukturveränderung von „weich, feucht, elastisch und biegsam" in „hart, trocken und krümelig", andererseits quantitativ durch die typische Abnahme des Quellungsvermögens im altbackenen Brote verfolgen. Bewahrte man die Röhren bei Zimmertemperatur auf, so enthielten sie schon nach 24 Stunden altbackenes Brot, während in den bei 60° oder 70° aufbewahrten die Krume vollkommen frisch blieb und sich auch nach Geruch und Geschmack als unverändert erwies. Instruktiv ist das folgende Versuchsprotokoll, dessen Ergebnis durch eine größere Reihe von weiteren Versuchen immer wieder bestätigt wurde (Versuchsdauer 48 Stunden):

85—92°	frisch
70°	„
60°	„
50°	noch fast ganz frisch
40°	deutlich etwas altbacken
30°	halb altbacken
17°	altbacken
0°	ganz altbacken.

Es scheint also eine kontinuierliche Verschiebung eines physikalisch-chemischen Gleichgewichtes mit der Temperatur vorzuliegen und nicht etwa eine Zustandsänderung durch Austrocknung. Es handelt sich demnach keineswegs um ein Entwässerungsphänomen, wie man zunächst anzunehmen geneigt sein könnte. Nach den geschilderten Versuchen sollte der Vorgang umkehrbar sein, d. h. altbackenes Brot sollte durch Erwärmen wieder aufgefrischt werden können. Daß dies bis zu einem gewissen Grade tatsächlich der Fall ist, lehrt schon die dem Bäcker wie der Hausfrau geläufige Erfahrung, die nun auch durch die exakteren Versuche von *Katz* bestätigt wird.

Interessant und praktisch wichtig sind auch die Versuche bei tieferen Temperaturen. Die Versuchsdauer betrug wiederum 48 Stunden:

15°	altbacken
0°	sehr altbacken
— 2°	stärker altbacken
— 6°	weniger altbacken, etwa wie bei 15°
— 8°	halb altbacken
In flüssiger Luft	ganz frisch.

Es besteht also offenbar ein Maximum der Umwandlung „Frisch ⟷ Altbacken" bei — 2 bis — 3°. Kühlt man auf tiefere Temperaturen, so findet Rückverwandlung statt.

Aus diesen Ergebnissen folgt, daß sich frisches Brot bei gewöhnlicher Temperatur im labilen Zustande befindet. Ueber den chemischen Prozeß, der sich bei der Umwandlung abspielt, läßt sich vorläufig nicht viel sagen. *Katz* konstatiert nur, daß die Veränderung sich in den durch das Backen verkleisterten Stärkekörnern vollzieht und daß das Eiweiß sich dabei inaktiv verhält. Es scheint ein Vorgang zu sein, der sich beim Altwerden in allen Kleisterlösungen abspielt. Diese Umsetzung vermindert das Quellungsvermögen der Stärke, das Wasserbindevermögen nimmt ab, und, indem Wasser von der Stärke an das Eiweißgerüst des Brotes abgegeben wird, müssen die Stärkekörner selbst kleiner werden, da das Volumen quellbarer Körper ungefähr additiv ist. Eine solche Verkleinerung der Stärkekörner ließ sich nun auch mikroskopisch beim Vergleich frischen und altbackenen Brotes konstatieren, wodurch die geschilderten Versuche eine willkommene Ergänzung nach der theoretischen Seite erfahren.

Schließlich ergeben sich aus den mitgeteilten Beobachtungen zwei Methoden, *um das Altbackenwerden des Brotes zu verhindern:* Entweder kann man das frischgebackene Brot bei Vermeidung von Wasserverlust bei 50° oder bei noch höherer Temperatur aufbewahren oder man kann es in Kühlräume bringen, deren Temperatur allerdings bedeutend niedriger sein müßte, als es sonst bei der Aufbewahrung von Lebensmitteln erforderlich ist. (Siehe die zweite Tabelle.)

Katz berührt zum Schluß die soziale Seite der Frage, die darin liegt, daß man den Nachtbetrieb der Bäckereien gesetzlich einschränken oder untersagen könnte, wenn es praktisch gelänge, frisches Brot so aufzubewahren, daß es nicht altbacken wird.

R. J. M.

Die Synthese der Mineralien und Gesteine.

Von Privatdozent Dr. J. Uhlig, Bonn.

Das Interesse weiterer Kreise ist auf die Mineralsynthese erst gelenkt worden durch die Herstellung der synthetischen Edelsteine, besonders der Rubine und Saphire. Danach könnte es auf den ersten Blick scheinen, als habe die Mineralsynthese vorwiegend praktischen Zwecken zu dienen. Dem ist aber nicht so. Sie wäre dann überhaupt nur auf eine beschränkte Anzahl von Mineralien, deren Wert auf ihren hervorragenden Eigenschaften beruht, angewiesen. Es kämen dann etwa in Betracht die Edelsteine, ferner die durch ihre Härte ausgezeichneten Mineralien, wie sie als Schleifmaterialien sowie als Lagersteine für Uhren und Präzisionsinstrumente Verwendung finden, und schließlich für optische Zwecke verwertbare Materialien. Über den Wert synthetischer Edelsteine kann man sehr verschiedener

Meinung sein, beruht doch die Kostbarkeit der natürlichen Steine zum nicht geringen Teile auf der Seltenheit ihres Vorkommens. Wichtiger sind darum zweifellos die übrigen genannten Zwecke, und hier bleiben der Mineralsynthese sicher noch eine Reihe praktischer Aufgaben. Es kommt naturgemäß besonders darauf an, daß das Kunstprodukt billiger herzustellen ist als sein natürliches Vorbild. So sind z. B. die nach dem Moissanschen Verfahren hergestellten winzigen Diamanten noch sehr viel teurer als natürliche Steine von gleicher Größe und können daher mit diesen nicht in Konkurrenz treten.

Die Hauptbedeutung der Mineralsynthese liegt auf wissenschaftlichem Gebiete. Hier fällt ihr u. a. die wichtige Aufgabe zu, *chemisch reine Mineralien* zum Zwecke der Feststellung der chemischen Zusammensetzung darzustellen. Die natürlichen Mineralien sind fast ausnahmslos durch allerlei Beimengungen verunreinigt, einmal durch fremde Einschlüsse, die vielfach gar nicht zu entfernen sind, in anderen Fällen auch durch in fester Lösung beigemischte Substanzen. Weiter stellen viele Mineralien isomorphe Mischungen dar, von denen man manchmal die reinen, an der Mischung beteiligten Substanzen gar nicht kennt. Dazu kommt endlich sehr häufig noch, daß die chemische Zusammensetzung durch nachträgliche Zersetzungs- und Verwitterungserscheinungen beeinträchtigt ist. Unter diesen Verhältnissen ergibt oft die einfache quantitative Analyse eines Minerals kein eindeutiges Bild seiner chemischen Zusammensetzung. Hier ist dann die Untersuchung an chemisch reinem, synthetisch dargestelltem Material der einzige Ausweg. Ein Beispiel für viele mag genügen. Dem in Eruptivgesteinen weitverbreiteten Nephelin schrieb man früher die einfache Zusammensetzung $NaAlSiO_4$ zu. Demgegenüber ergaben alle Analysen einen höheren Kieselsäuregehalt, als die Formel verlangt; außerdem ergab sich, daß beträchtliche Mengen Natron durch Kali und Kalk vertreten werden. Dementsprechend gab man nunmehr dem Mineral eine Reihe komplizierter Formeln, von denen $Na_8Al_8Si_9O_{34}$ und $Na_{10}Al_{10}Si_{11}O_{42}$ noch die einfachsten waren. Da gelang es *Dölter*, aus einer Schmelze einen Nephelin von der einfachen Zusammensetzung $NaAlSiO_4$ auszukristallisieren. Derselbe Forscher konnte aber auch zeigen, daß sich mit dieser Verbindung andere Gemische von der Zusammensetzung des Anorthits ($CaAlSi_2O_8$) und des Kalifeldspats ($KAlSi_3O_8$) zusammenschmelzen lassen, wobei ebenfalls Kristallisationen von den Eigenschaften des Nephelins erhalten werden. Damit war denn gezeigt, daß dem *reinen*, in der Natur nicht vorkommenden Nephelin allerdings die frühere einfache Formel zukommt, daß aber dieses Molekül in hohem Maße aufnahmefähig ist für mehrere anders zusammengesetzte Silikatbeimischungen. Es bleibt nur noch strittig, ob es sich hierbei um isomorphe Gemische oder um feste Lösungen handelt. Die Herstellung chemisch reiner Mineralien auf synthetischem Wege ist nun aber weiter wichtig für die *genaue Feststellung* ihrer *physikalischen Eigenschaften*. Neuere Bestimmungen der Schmelzpunkte innerhalb der isomorphen Reihe der Kalknatronfeldspäte in dem mit großartigen Mitteln arbeitenden Carnegie-Institut in Washington ergaben, daß alle früheren Bestimmungen um 50 bis 200° zu tief gefunden worden waren. Die älteren Resultate waren nämlich an natürlichen Feldspäten gewonnen, bei denen durch die nie fehlenden fremden Beimischungen die Schmelzpunkte wesentlich herabgedrückt wurden. Die Feststellungen des Carnegie-Instituts fanden dagegen an chemisch reinen, synthetischen Feldspäten statt. Es ist ohne weiteres klar, daß der Vergleich zwischen der chemischen Zusammensetzung und den physikalischen Eigenschaften isomorpher Mischungsreihen, wie der Feldspäte, nur brauchbare Resultate liefern kann bei Verwendung chemisch reinen Materials.

In manchen Fällen kann die Synthese auch Aufschluß über die Konstitution eines Minerals geben. So konnte z. B. *R. Schneider* wahrscheinlich machen, daß im Kupferkies das Cuproferrisulfid $Cu_2Fe_2S_4$ vorliegt. Es gelang ihm nämlich durch Einwirkung einer schwach ammoniakalischen Kupferchlorürlösung auf die feste Verbindung $K_2Fe_2S_4$ unter Luftabschluß eine Substanz mit allen wesentlichen Eigenschaften des Kupferkieses zu erhalten.

Weitaus der wichtigste Zweck der Nachbildung der Mineralien ist der, ihre *Entstehung in der Natur klarzulegen* und genetische Theorien auf ihre Richtigkeit zu prüfen. Verschiedene im folgenden angeführte Beispiele werden dies noch des weiteren erläutern. Ausschließlich genetisches Interesse bietet endlich die Synthese der Gesteine dar.

Die ansehnlichen unter den natürlichen Mineralbildungen, wie sie unsere Sammlungen füllen, sind durchgängig das Ergebnis eines außerordentlich langsamen Bildungsprozesses. Wird der gleiche Bildungsweg bei der künstlichen Darstellung beschritten, so steht uns hierbei immer nur ein sehr viel kleinerer Zeitraum, höchstens von einigen Jahren, zur Verfügung. Die Folge ist, daß die künstlichen Mineralien gewöhnlich nur klein ausfallen, mikroskopisch klein bis wenige Millimeter groß, selten größer werden. Zu ihrer Identifizierung dienen dann die optischen Eigenschaften unter Zuhilfenahme eines Polarisationsmikroskopes, die Bestimmung des spezifischen Gewichts besonders nach der Schwebemethode, bisweilen die Härte und endlich die chemische Analyse des gut gereinigten Materials. Die letztere erübrigt sich in denjenigen Fällen, wo sich die chemische Natur des erhaltenen Produktes aus den für den Versuch verwendeten Substanzen ohne weiteres erschließen läßt. Immer ist natürlich die Kenntnis der chemischen Zusammensetzung von größter Wichtigkeit, sie genügt aber nicht allein für die Identifizierung eines synthetischen Produkts. Denn es ist klar, daß ein amorphes Produkt nicht als gelungene Synthese eines in der Natur kristallisiert vorkommen-

den Minerals von gleicher Zusammensetzung gelten kann. In allen Fällen, wo man größere und ansehnlichere Mineralien synthetisch erzeugen will, wie bei den künstlichen Edelsteinen, ist man im allgemeinen auf andere Darstellungswege angewiesen, als sie die Natur eingeschlagen hat.

Die künstliche Darstellung von Mineralien und Gesteinen konnte mit Erfolg erst in Angriff genommen werden, nachdem die Kenntnis der chemischen Zusammensetzung sowie der physikalischen Eigenschaften der Mineralien bis zu einem gewissen Grade fortgeschritten war. Die ältere Mineralogie war fast ausschließlich eine beobachtende Wissenschaft. Eigentliche Synthesen wurden bis etwa zur Mitte des vorigen Jahrhunderts nur ganz vereinzelt unternommen. Bedeutsam waren dagegen Beobachtungen, die bereits einige Jahrzehnte vorher an Hüttenprodukten gemacht wurden. Ein Teil der hierbei entstandenen Produkte konnte mit längst bekannten Mineralien identifiziert werden, und das war sehr wichtig. Bis dahin hatte vielfach der Glaube geherrscht, daß die Bildung der natürlichen Mineralien unter so außerordentlichen Bedingungen stattgefunden hätte, daß wir sie mit den geringeren Mitteln unserer Laboratorien niemals nachahmen könnten. Die Hüttenprodukte aber und ihre Mineralnachbildungen waren bereits Kunstprodukte und ließen demnach auch Erfolge erwarten für den mit Absicht angestellten Versuch. Bereits 1817 gab *Hausmann* eine zusammenfassende Darstellung über Hüttenprodukte. Noch wichtiger waren die Beobachtungen des genialen *E. Mitscherlich* über die kristallisierten Schlacken aus den Kupferhütten von Fahlun (1820). Sie veranlaßten ihn auch bereits, eigentliche Synthesen zu versuchen. Während er nämlich eine ganze Reihe mineralischer Oxyde, Sulfide und Silikate in den Schlacken nachweisen konnte, fiel ihm das völlige Fehlen von Kalifeldspat in den Hüttenprodukten auf. Er versuchte verschiedentlich, dieses Mineral auf schmelzflüssigem Wege darzustellen, stets ohne Erfolg. Von da ab spielt der Versuch, Kalifeldspat künstlich herzustellen, in der Synthese eine große Rolle. Sonst sind aus jener Zeit nur zwei eigentliche Synthesen erwähnenswert. Es ist dies einmal das berühmte Experiment *James Halls* im Jahre 1801, Marmor, also kristallinen Kalk, aus dichtem Kalkstein durch Glühen im geschlossenen Flintenlauf herzustellen. Es handelte sich hier bereits um eine bewußte Nachahmung eines natürlichen Prozesses. *Hall* wollte dadurch das Zusammenvorkommen von Marmor mit kristallinen Massengesteinen, die er bereits als erstarrte Schmelzflüsse ansah, erklären. Nicht weniger berühmt wurde die gelungene Synthese des Eisenglanzes, des hexagonal kristallisierenden Eisenoxyds, durch *Gay-Lussac* im Jahre 1823. Auch hier handelte es sich um die Nachahmung eines natürlichen Prozesses, nämlich die Bildung des sog. „sublimierten Eisenglanzes" im Anschluß an vulkanische Gasexhalationen. Entsprechend dem natürlichen Vorgang konnte *Gay-Lussac* das an sich nicht flüchtige Mineral durch langsame Wechselzersetzung von Eisenchlorid- und Wasserdämpfen erhalten.

Die eigentliche, zielbewußte Mineralsynthese setzte aber erst um die Mitte des 19. Jahrhunderts ein. Am Beginn dieser Epoche stehen einige Synthesen deutscher Forscher. So gelang es *Schaffhäutl* 1845 Quarzkriställchen durch Behandeln kolloider Kieselsäure mit überhitztem Wasser im Papinianischen Topf zu erhalten. Auf ähnlichem Wege erreichte *Wöhler* die Darstellung des Apophyllits, eines zeolithischen Silikats. Endlich wären noch einige Schmelzsynthesen von *Manroß* zu erwähnen. Ihren weiteren Ausbau verdankte aber die Mineralsynthese hauptsächlich der Energie französischer Forscher. *Ebelmen* gelang eine Reihe glänzender Synthesen dadurch, daß er die Bestandteile eines darzustellenden Minerals mit Flußmitteln wie Borsäure, Borax, Karbonaten usw., welche vorübergehend als Lösungsmittel dienten, zusammenschmolz. Auf dem von *Ebelmen* zuerst beschrittenen Wege konnte dann *Hautefeuille* 1877 zum ersten Male Alkalifeldspäte künstlich darstellen, indem er Wolframsäure oder Alkaliwolframate als Schmelzmittel benutzte. Auf dieselbe Weise gelang ihm die Darstellung der beiden natürlichen Kieselsäuremineralien Quarz und Tridymit. Wichtig war hierbei besonders, daß er bereits feststellte, daß sich Quarz nur bei Temperaturen unter 850° bildete, Tridymit bei höheren Temperaturen. Es liegt hier der erste Fall einer Bestimmung des physikalischen Existenz- und Bildungsgebietes von Mineralien vor, welche in der modernen Mineralsynthese eine ganz vorwiegende Rolle spielen. Die Methoden *Ebelmens* schlossen sich wenig oder garnicht an die natürlichen Bildungsvorgänge der dargestellten Mineralien an. Immerhin gaben diese Versuche einen Begriff von der Wirksamkeit ähnlicher kristallisationsbefördernder Agentien in den natürlichen Magmen, der sog. Mineralbildner oder Mineralisatoren, zu denen besonders Wasser und Fluorverbindungen, wahrscheinlich auch die bereits von *Hautefeuille* benutzte Wolframsäure und einige andere Substanzen gehören.

Engen Anschluß an natürliche Bildungsvorgänge suchten dagegen die viel bewunderten Synthesen von *H. de Sénarmont*. Es kam ihm darauf an, zu zeigen, daß sich die Erzgänge auf hydrothermalem Wege, also aus heißen wässerigen Lösungen, gebildet haben. So gelang es ihm denn die Mehrzahl der auf Erzgängen auftretenden Mineralien, besonders sulfidische Erze, aber auch Quarz, Schwerspat, Flußspat u. a., dadurch herzustellen, daß er im zugeschmolzenen Glasrohr geeignete wässerige Lösungen längere Zeit zwischen 100 bis 350° erhitzte. Seine Versuche schlossen sich damit an die bereits erwähnten von *Schaffhäutl* und *Wöhler* an. Weiter ausgebaut wurde die Methode durch *Daubrée*, welcher die zu den Versuchen benutzten Glasröhren noch in ein ebenfalls hermetisch geschlossenes Eisenrohr einfügte und so Temperaturen bis zu dunkler Rotglut anwenden konnte. Nach den beobachteten Wirkungen des überhitzten Wassers auf Glas und den hierbei entstehenden

Mineralien bildete er sich Ansichten über die Entstehung metamorpher Gesteine, die vielfach einseitig übertrieben waren, seinerzeit aber großen Anklang fanden.

Eine Reihe schwer löslicher Mineralien konnten durch langsame Wechselzersetzung sehr verdünnter wässeriger Lösungen etwa gleichzeitig nach etwas abweichenden Methoden von dem Franzosen *Macé* (1853) und dem Deutschen *Drevermann* (1854) in kristallisiertem Zustande erhalten werden.

Von ganz besonderer Bedeutung wurden dann die Synthesen von gesteinsbildenden Mineralien und Ergußgesteinen von *F. Fouqué* und *A. Michel-Lévy*, welche etwas später als die bisher genannten Synthesen, nämlich in die Jahre 1878 bis 1881 fallen. Mit verhältnismäßig einfachen Mitteln erzielten die beiden Forscher glänzende Ergebnisse. Ihre Methode kam im wesentlichen darauf hinaus, daß sie eine geeignete Schmelzmischung, welche sich in einem Platintiegel in einem einfachen *Leclerc-Fourquignon*-Ofen befand, beim Abkühlen längere Zeit innerhalb eines bestimmten Temperaturintervalls, in dem die Kristallisation stattfand, erhielten. Von den Mineralien der Eruptivgesteine konnten sie so besonders Olivin, rhombische Pyroxene, monoklinen Augit, Melanit, Nephelin, Leuzit, Anorthit, trikline Kalknatronfeldspäte, Spinell und Magnetit darstellen. Außer für sich allein wurden diese Mineralien auch in Gemengen erhalten, welche zum Teil vollkommen den natürlichen Ergußgesteinen glichen. So konnten sie besonders Basalt und Melaphyr, Diabas, Labradorporphyrit, Andesit, Nephelinit, Leuzitit und Leuzittephrit in einer Weise nachahmen, daß sie mikroskopisch zum Teil vollständig dasselbe Bild ergaben wie ihre natürlichen Vorbilder. Es gelang den beiden Forschern aber nicht, quarzführende Erstarrungsprodukte, entsprechend den natürlichen Lipariten, synthetisch darzustellen. Dies erreichte vielmehr erst 20 Jahre später *J. Morozewicz*, indem er einer Schmelze von der chemischen Zusammensetzung eines Liparits 1% Wolframsäure zusetzte. Er erhielt dann ein Erstarrungsprodukt, welches Kriställchen von Quarz, Sanidin und Biotit ausgeschieden enthielt, also einen synthetischen Liparit.

Die Synthesen von *Fouqué* und *Michel Lévy* erregten großes Aufsehen. Zunächst half die gelungene Nachbildung der porphyrischen Massengesteine auf feurigem Wege alle jene Theorien abtun, wonach diese Gesteine auf wässerigem Wege entstanden sein sollten. Weiter aber wurden nun durch die großen Erfolge alle Bedenken zerstört, die bis dahin immer noch gegen die Synthese der Mineralien und Gesteine geherrscht hatten. Die Folge davon war, daß jetzt auch in anderen Ländern, besonders in Deutschland und Oesterreich, eine große Anzahl von Forschern sich diesem Gebiete zuwandten. Es ist nicht unsere Aufgabe, alle diese Synthetiker hier zu erwähnen. Wir nennen nur wegen der besonders zahlreichen gelungenen Synthesen *C. Dölter* und seine Schule, ferner den bereits genannten *J. Morozewicz*, der in einer Reihe glänzender Synthesen bereits gewisse Bildungsbedingungen von Mineralien und Gesteinen verfolgte und so in gewissem Sinne zu der neuesten Periode der Synthese hinüberleitet.

(Schluß folgt.)

Das versunkene Festland Austrasien zwischen Asien und Australien.

Von Dr. J. Elbert, Frankfurt a. M.

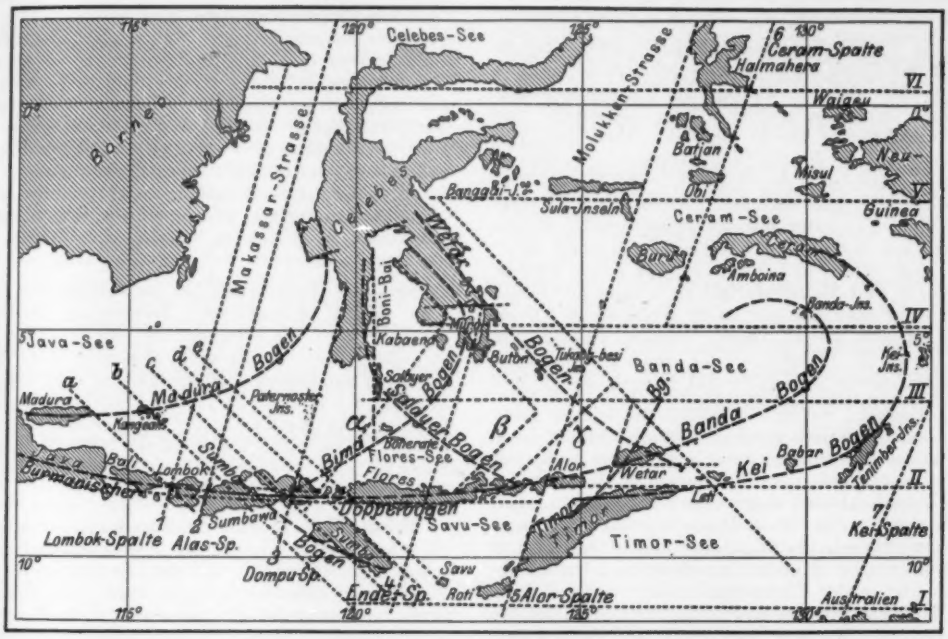
Das gemeinsame Vorkommen derselben Tier- und Pflanzengattungen in Gebieten, die durch Meere voneinander getrennt sind, hat Zoo- und Phytogeographen dazu geführt, ehemalige Landverbindungen anzunehmen, z. B. die Nordatlantis zwischen Nordamerika und Nordeuropa, die Südatlantis zwischen Afrika und Südamerika, Gondwanaland zwischen Südafrika und Australien. Die viel umstrittene Antarktis *(O. Forbes)* zwischen Australien und Südamerika z. B. gewinnt seit der Erforschung des Südpolargebietes, besonders durch die Funde an fossilen Pflanzen durch *E. H. Shackleton* bereits einen festeren Boden.

Zoologen und Paläontologen erklären das Auftreten der Beutel- und Kloakentiere, jener Vorfahren unserer Säugetiere, in Australien durch eine frühzeitige Isolierung dieses Erdteils. Für die Tierwelt der malayischen Inseln zwischen Asien und Australien ist von dem berühmten Zoologen *R. Wallace* 1858 die Theorie aufgestellt worden, daß die Meeresstraße zwischen den Großen Sunda-Inseln: Borneo und Celebes und den Kleinen: Bali und Lombok eine scharfe Grenze der asiatischen und australischen Fauna bilde. Viele Gegner und ebenso viele Anhänger hat sie besessen und verschiedene Wandlungen durchgemacht. Um den 50 jährigen Streit zum Ende zu bringen, sandte der „Frankfurter Verein für Geographie und Statistik" 1909 eine Expedition[1]) hinaus, deren Leiter ich war. Diese sollte die Frage nach der Bedeutung der Wallaceschen Linie vom zoologischen und botanischen Standpunkte neu prüfen, vor allen Dingen aber auf geologischem Wege feststellen, ob sich ehemalige Landverbindungen zwischen den einzelnen Inseln bzw. zwischen Asien und Australien nachweisen lassen.

Der Geologe *W. Earle* meinte (1845) bereits, daß die „große asiatische Bank" Südostasien über Borneo mit Sumatra und Java, sowie die australische Neuguinea mit den Aru-Inseln vereinigte. *K. Martin* (1890) betont den in geologischer Beziehung bestehenden großen Unterschied zwischen der „Malayischen Mulde", nämlich der Inselkette von Sumatra bis Banda und der südlichen Gruppe von Timor bis Kei, so daß infolgedessen westlich Groß-Kei und nordwestlich Timor eine geognostisch wohl begründete Trennungslinie zwischen den vom asiatischen und australischen Kontinente abgegliederten Inseln liegt. Dieser Gegensatz besteht in der Tat in bezug auf die am Aufbau beteiligten Formationen, nicht aber in der Tektonik und Geo-

[1]) *Elbert:* Die Sunda-Expedition (Verlag H. Minjon, Frankfurt a. M.). Bd. I 1911, Bd. II 1912.

morphologie. *W. Volz* kommt auf Grund seiner eingehenden geologischen Untersuchungen (1904/7) auf Sumatra zu folgendem wichtigen Schluß[1]): Die malayische Inselwelt stand am Ende des Tertiärs mindestens in ihrem westlichen Teil in fester Landverbindung mit Hinterindien, und es ist sehr wahrscheinlich, daß auch Java und die Philippinen mit Neuguinea und Australien verbunden waren, wenn wir auch augenblicklich noch nicht näher über Zeit und Art des Zusammenhangs unterrichtet sind.



——— Gebirgsleitlinien ——— Bruchlinien

Geotektonische Karte des australasiatischen Archipels
von
Dr. J. Elbert.

Auf meinen Forschungsreisen 1907/8 und 1909/10 lernte ich die Inseln Sumatra, Java, Madura, Bali, Lombok, Sumbawa, Sumba, Roti, Savu, Flores, Timor, Wetar, Celebes und seine südlichen Inseltrabanten Buton, Muna und Kabaëna kennen. Die zahlreichen geologischen Einzelbeobachtungen ermöglichten mir folgendes Gesamtbild über die *Geotektonik und Morphologie* des australasiatischen Archipels zu gewinnen.

Das Inselgebiet wird von einem System von Gebirgsbögen und Bruchgebieten beherrscht. Die *Gebirgsbögen* sind zweierlei Art, die westmalayischen deuten durch ihre Biegung, Anordnung ihrer Torsionsspalten und Richtung der Schollenüberschiebung auf ein gebirgsbildendes Zentrum im Westen und die ostmalayischen umgekehrt zum Osten hin. Die einen haben sich von Asien, die anderen von Neuguinea her in das Zwischengebiet hineingeschoben, als Äußerung der gebirgsbildenden Kräfte der beiden Kontinentalmassen Asien und Australien, veranlaßt durch das Einsinken des Indischen und Pazifischen Ozeans. Beide Systeme durchkreuzen sich im mittleren Teile des Archipels und je ein west- und ostmalayischer Bogen treten in der Südwest- und Südost-Halbinsel von Celebes zusammen. Den Verlauf der verschiedenen Gebirgsbögen zeigt die geotektonische Karte, nämlich folgende westmalayischen: 1. den burmanischen Doppelbogen, 2. den Madura-Bogen, 3. den Bima-Bogen, 4. den Timor-Bogen, sowie die ostmalayischen Bögen: 5. den Sumba-Bogen, 6. den Salayer-Bogen und 7. den Wetar-Bogen. *Diese Gebirgszüge* bauen sich aus den geologischen Formationen einschließlich des Pliozäns und stellenweise Altdiluviums auf, sie *haben* also *ein pliozän-altdiluviales Festland, Austrasien, gebildet, das die beiden Kontinente Asien und Australien über Neuguinea mit einander in Verbindung brachte.*

[1]) In *Buschan*, Illustrierte Völkerkunde. Stuttgart. 1910. S. 222.

Der spätere Zerfall Austrasiens bis zur Auflösung in die heutige Inselwelt während der Quartärzeit ist die Folge von Brüchen. Seit langem kennt die geologische Forschung auf den verschiedenen Inseln Gangspalten, verstürzte oder überschobene Gebirgsschollen. Diesem Umstande widmete ich auf den von mir besuchten Inseln mein besonderes Augenmerk und konnte ein *Bruchsystem* nachweisen, dessen Entstehung auf den von beiden Festländern ausgeübten Tangentialdruck und den nach dem Indischen und Pazifischen Ozean gerichteten Zug innerhalb des ostwest-, bzw. nordost-südwestlich laufenden kontinentalen Verbindungsstreifens beruht.

Die Bruchlinien sind aus der Tektonik festgestellt und durch die Lagerungsverhältnisse der Erdschichten, durch Quarzgänge, Überschiebungsflächen mit Gleiterscheinungen, Reibungs- und Störungsbreccien direkt gegeben. Ihre Verlängerungen fallen in die Vertiefungen des Meeresbodens, welche sich durch ihre Morphologie als Einbruchgebiete kennzeichnen. Solche den Archipel auf viele Kilometer durchsetzende Brüche, welche ihrer Lage nach auf der beigegebenen Karte sichtbar sind, setzen sich natürlich aus einem System größerer und kleinerer Spalten zusammen, bilden also mehr oder weniger breite Bruchzonen. Diese bestehen aus O—W (Karte: Spalte I—VI) und NNO—SSW (Karte: 1—7) laufenden Hauptspalten, sowie aus NW—SO (Karte: a—f) und NO—SW (α—γ) Nebenspalten.

Die *O—W-lichen Längsspalten* folgen dem Grundgebirgsstreichen und laufen dem südlichen Kontinentalrande parallel, welcher in Bruchstufen zum Indischen Ozean abgesunken ist. Sie haben innerhalb des burmanischen Doppelbogens den Längsgraben erzeugt, der in Süd-Sumatra beginnt, die Inseln Java bis Sumbawa von West nach Ost durchzieht und in der Flores-See ausläuft. Die *NNO—SSW-lichen Querspalten* treten vorwiegend auf den West- und Ostseiten der Inseln auf und haben durch grabenartige Einbrüche die Gebirgsbögen in einzelne Glieder zerlegt und die trennenden Meeresstraßen geschaffen.

Während in Verbindung mit den Hauptspalten besonders Landeinstürze auftreten, knüpfen sich an die Nebenspalten vor allen Dingen Überschiebungen von teils kleinen Schollen, teils großen Decken. Ihre Entstehung läßt sich außer auf die Torsion innerhalb der Gebirgsbögen auf den Tangentialschub der beiden einander entgegenwirkenden west- und ostmalayischen Gebirgsbildungen und in dem südlichen Küstengebiet außerdem auf die randlichen Stauungen der zum Ozean abgesunkenen Landmassen zurückführen. Die NW—SO-Spalten spielen im westmalayischen Teil, vornehmlich Sumatra, die NO—SW-lichen im östlichen, wie Timor, eine Rolle. Das Zusammenwirken mehrerer Spaltensysteme bedingt die großen Graben- und Kesselbrüche, sowie die Bildung der vielen tief ins Land eingreifenden Buchten und Kaps, also die starke Küstengliederung der malayischen Inseln.

Über die Entstehung des australasiatischen Archipels herrschen folgende Ansichten. Die eine Gruppe von Forschern schließt sich der *Sueß*schen Auffassung von Faltengebirgen an, die andere der *de Lapparents*, welcher ein Bruchgebirge annimmt, *Volz* endlich (und die Frechsche Schule) verwendet zur Erklärung die v. Richthofensche *Zerrungstheorie* und hat die meisten Anhänger. Die von mir bezeichneten Gebirgsbögen besitzen in ein- und demselben Zuge bald mehr den Bau eines Faltungsgebirges, bald mehr den eines Bruchgebirges und gehen mit der Annäherung an den Indischen Ozean in ein stark zerbrochenes, stufenförmig abgesunkenes Randstaffelgebirge über, so daß es teils als gezerrtes Rahmenfaltungs-, teils als gefaltetes Zerrungsgebirge bezeichnet werden kann. — Da die Gebirgsbögen bei der fortschreitenden Versenkung des Indischen und Pazifischen Ozeans immer mehr durch randlichen Abbruch und durch Einstürze im Innern zertrümmert wurden, entstand ein Mosaik von Horstschollen und Einbruchgebieten, ein rostförmiges Grundschollengebirge, mit anderen Worten: *Das ehemalige pliozän-altdiluviale Festland Austrasien löste sich im Quartär in eine Unzahl von Inseln auf.*

Seit dem Altdiluvium hat aber Austrasien noch eine andere bedeutsame Veränderung durchgemacht, die an die Vorgänge im europäischen Ostseegebiete erinnert, nämlich eine allgemeine *Senkung* um mindestens 2800 m und eine nachfolgende Hebung um wenigstens 1200 m. Die posttertiären Oszillationen der Land- bzw. Wasseroberfläche ergeben sich aus dem Verhalten der Strandterrassen, Korallenriff-, Akkumulations- und Abrasionsbildungen.

Bekanntlich bedürfen die Korallentiere, um leben zu können, einer nicht unter 20° C. hinabgehenden mittleren Temperatur, so daß sie selbst in den Hochtropen unterhalb von ca. 50 m oder die Kalkalgen von etwa 80 m, absterben. Die Korallenriffe unterhalb dieser Tiefengrenze können also nur durch eine positive Strandverschiebung dorthin gelangt sein. Derartige Senkungen mit oft schön ausgebildeten Landstufen ließen sich für den ganzen Archipel, selbst bis 1600 m unter d. M. nachweisen. Da die Terrassen außerdem die Berge bis etwa 1200—1300 m über d. M. hinaufreichen, muß eine spätere *Hebung* stattgefunden haben. *Wenn man nun das Inselgebiet um diesen Betrag der Strandverschiebung wieder in seine alte Lage zurückbringt, so verschwinden bei 350 m bereits die trennenden Meeresstraßen, und das asiatische Festland setzt sich ohne Unterbrechung über Sumatra, Java, Bali, Lombok, Flores bis Alor fort und bei 1000 m verlängert sich Asien über Borneo und Celebes, ferner verschmelzen mit Neuguinea Aru, Ceram und Halmahera.* Die Landverbindung zwischen Asien und Australien ging über Neuguinea, denn der bis 3565 m tiefe Arafura- und der 3109 m messende Timor-Graben bilden eine alte Scheide mit Australien, während die bis 5684 m erreichende Banda- und 4833 m tiefe Molukken-See jüngere Kesselbrüche sind.

Da nach der geologischen Untersuchung an der Wende des Tertiärs ein Zusammenhang zwischen Asien und Australien existiert hat, so muß auch jede scharfe Grenze zwischen dem Tier-, Pflanzen- und Menschenreiche der beiden Kontinente fehlen. Nach der Bestimmung meiner Botanica (durch *Bresadola, Brotherus, de Candolle, Hallier, Prain, Rosenstock, Scriba, Sluiter, Smith, Stephani, Stapf, Valeton, Valkenier - Saringar, Weber - van Bosse, Zahlbruckner)* und Zoologica (*v. Berlepsch, Carl, Haas, Hagen, v. Heyden, Jentink, Popta, Roux, Sack, Schwarz, Sendler, Simroth, Strand, Wolf)* ergab sich als Resultat, daß *die indo-australische Flora und Fauna nicht an der Wallaceschen Grenzlinie mit Bali und Celebes aufhört, sondern sich weiter nach dem Osten, allerdings immer mehr durch Aufnahme ostmalayischer und australischer Arten verarmend, fortsetzt.* Von den *tiergeographischen Untersuchungen* sei folgendes hervorgehoben:

Während von den *Säugetieren* Tiger und Panther in Borneo und Bali ihre Ostgrenze erreichen, kommen die Affen *Pithecus* bis Sumbawa und *Nemestrinus* bis Timor, der Halbaffe *Tarsius* bis Savu, das Stachelschwein *Acanthion* bis Flores und das westliche Schwein *Sus verrucosus* bis Wetar östlich Timor vor, und das Eichhörnchen *Sciurus* wurde von mir noch auf der südöstlichen Halbinsel von Celebes in einer neuen Art gefunden. Umgekehrt aber dringt das baumbewohnende Beuteltier *Phalanger* von Neuguinea nach dem Westen nur bis Timor sowie Celebes und Buton und der Kasuar bis Ceram vor.

Deutlicher wird die allmähliche Verarmung der asiatischen Fauna an den *Reptilien* und *Amphibien.* Von den westmalayischen Arten finden sich u. a. *Draco monarchus* von Malakka bis Java und *Draco volans, Bufo biporcatus* bis Lombok, *Gymnodactylus, Hemidactylus* und *Lachesis grammineus* bis Sumbawa, dann *Dryophis, Dendrophis, Rhacophorus, Callula, Oxyglossus* bis Flores bzw. Timor, ferner *Mabuia, Lycodon, Cylindrophis* und *Rana tigrina* bis Wetar, andere schließlich, wie *Cerberus rhynchops, Hypsirhina plumbea, Cyclemys* bis Australien, bzw. Neuguinea. Die papuasischen Reptilien kamen z. T. vom Osten über Wetar, Flores, Sumbawa bis Lombok, mehrere *Lygosoma*-Arten treten nur bis Flores oder Timor auf, aber einen papuasischen Frosch, *Rana modesta,* sammelte ich noch auf Lombok. Das Reptil *Draco reticularis* stammt von den Philippinen und gelangte über Celebes nach Lombok, denselben Weg nahm das celebensische Amphibium *Sphenophryne,* nämlich über Sumbawa nach Lombok. Von den westmalayischen Arten sind noch 15 auf der Insel Lombok anzutreffen, 14 auf Flores und 9 auf Wetar, ferner leben noch 5 spezifisch ostmalayische Spezies auf Lombok und 7 auf Flores und 2 papuasische auf der ersten und 3 auf der letzten Insel.

Um tiergeographische Beziehungen der Inseln zueinander festzustellen, eignen sich am besten wohl die *Süßwasserfische,* da sie durch ihr Gebundensein an süßes Wasser nicht imstande sind, Meeresarme zu überschreiten. Die Familie der Cyprinodonten reicht vom asiatischen Festlande bis Lombok und Celebes, die Cypriniden und Symbranchiden bis Sumbawa und die Molukken, die Mastacembeliden bis Java und Molukken, die Osphromeniden bis Bali und Molukken, die Notopteriden nur bis Java und Celebes, sowie die Nandiden bis Java und Borneo, dann die Ophiocephaliden bis Flores und die Molukken, die Anabantiden und Gobiiden bis Timor und die Molukken. Die östlichen, aus Meeresfischfamilien hervorgegangenen Arten reichen von Neuguinea z. T. bis Asien, während echte australische Süßwasserformen fehlen.

Das ichthyologische Zentralgebiet, von dem alle Wanderungen ausgehen, ist jedoch nicht das asiatische Festland, wie die Bearbeiterin meiner 2600 Flußfische, Fräulein Dr. *C. Popta,* hervorhebt, sondern Borneo und Sumatra, während Hinterindien, Java und Celebes die Randzonen bilden, von denen aus die Ausbreitung sowohl über den asiatischen Kontinent, als über den ostmalayischen Archipel erfolgt ist.

Nach den *pflanzengeographischen Untersuchungen* der Sunda-Expedition setzt sich die asiatische Flora durch die nordmalayische Inselkette bis Celebes und die südmalayische bis Flores fort, während im östlichen Gebiete, auf Sumba, Timor und Wetar, die australischen Pflanzen, besonders die *Eucalyptus*-Bäume und *Xerophyten* dem Lande ihren Charakter verleihen. Während die letzte Insel, Wetar, daneben zahlreiche indische Typen aufweist, finden sich auf Lombok bis gegen 1600 m über d. M. einige australische Formen, die andererseits wieder im östlichen Celebes häufiger, und zwar hier als Relikten auf den Bergen, vorkommen. Die Verarmung der asiatischen Flora von West nach Ost, und umgekehrt die Anreicherung mit australischen Elementen scheint mir nicht zum wenigsten auf klimatischen Verhältnissen zu beruhen und dürfte hauptsächlich dem Einfluß der australischen Depression mit ihren trockenen Monsunwinden zuzuschreiben sein.

Nach Dr. *H. Hallier,* welcher mein 13 600 Pflanzen umfassendes Herbarium einer Durcharbeitung unterwarf, vollzog sich der Florenaustausch in Indonesien längs zweier Straßen, nämlich einmal vom Himalaya über die Andamanen bis nach Timor und Wetar, Celebes, den Molukken, Neuguinea, Ostaustralien und Tasmanien, dann umgekehrt auf der Linie Tasmanien, Neuseeland, Neukaledonien, Neuguinea, Molukken, Celebes, Philippinen, Formosa nach Ostasien.

Wie Tier- und Pflanzenwelt erst ganz allmählich vom Westen nach dem Osten einen australischen Charakter annehmen, so tritt auch bei den *Völkern* die papuasische Blutbeimengung mit der Annäherung an den Osten immer stärker hervor, und zwar geht das indomalayische etwa östlich Sumbawa und Celebes in das austromalayische Mischungsgebiet über. Von den indomalayischen Stämmen Hinterindiens, Sumatras, Javas, Balis, Lomboks, Sumbawas, sowie Borneos und Celebes' unterscheiden sich die austromalayischen Völker des Ostens deutlich und erinnern mehr an Melanesier. Reste der ursprünglichen Bevölkerung Indonesiens, die Urmalayen bzw. Australier haben sich nur noch an

wenigen Punkten erhalten, so die Urstämme auf der Malayischen Halbinsel, die Senoi, welche auch im Sultanat Siak auf Sumatra vorkommen, ferner die Kubu Sumatras, Tenggeresen Javas, Toalas und Mie Muna von Celebes. Sie besitzen nicht nur der Körperbeschaffenheit nach charakteristische Kennzeichen einer niedrig stehenden Rasse, sondern stehen zum Teil auch kulturell auf einer tiefen Stufe und bilden die anthropologische Urschicht.

Im Laufe der Zeit wanderten vom asiatischen Festlande her malayische, hinduische und arabische Stämme ein. Mit der Einführung des Brahmaismus entstanden auf Java das große Reich Mådjåpahit und auf Celebes Sewiri-gading. Von hier aus drang das *Hindutum* weiter nach dem Osten vor, schuf kleinere Staaten auf Bali, wo es heute noch die ganze Insel beherrscht, Sumbawa, Sumba, Timor, Leti, Luang und hat durch Reste des Glaubens, z. B. die Naga-Verehrung, und in der Körperbeschaffenheit mancher Stämme, wie auf Celebes, Flores, Alor deutliche Spuren hinterlassen.

Der *Islam* brachte später neue asiatische Elemente in den Archipel und ließ mit den Sultanaten allmählich eine Mischbevölkerung entstehen, die Jungmalayen, z. B. die Atjeher und Menang-Kabauer, sowie die Lamponger auf Sumatra, die Bugis und Makassaren auf Celebes, die Sumbawanen und Bimanesen auf Sumbawa, die Endenesen auf Flores u. a. Die austromalayischen Indonesier haben am wenigsten jungmalayisches Blut in sich aufgenommen und beschränkt sich der Oxydationsring nur auf die Küstengebiete.

Trotzdem die sich langsam vom Westen nach dem Osten vorwärtsschiebenden Völkerwellen neue Rasseneigentümlichkeiten und andere höhere Kulturen brachten, so tritt trotz der überdeckenden Schichten dennoch die Verschiedenheit der indomalayischen und austromalayischen Völker hervor, doch muß ich mich hier darauf beschränken nur Einiges aus der Ornamentik und Religion hervorzuheben.

Die Grundformen der *urmalayischen Kunst* stellen die Strich-, Punkt-, Linienkreuz- und Kreuzblütenmuster dar, die ersten ursprünglich auf Töpfereien, die letzteren auf Baumrindengegenständen und Bambus. Kreuze, Quadrate, Diagonalfiguren, Schachbrett-, Zacken-, Sanduhrmuster bilden die verschiedenen Stadien der Entwicklung. Durch unvollständige Ausführung der Kreuzblüte entstehen Haken, die nach Weiterbildung zu Spiralornamenten auswachsen. Die Rankenmuster sind zum Teil aus der Wiederholung durch Nebeneinanderstellung von Spiralen oder durch Wiedergabe von windenden Pflanzen, der Bewegung von Meereswellen oder der Gestalt von Wolken hervorgegangen, sowie ferner später bei den Hindus durch eine Umgestaltung der mythologischen Naga-Schlange zu einem rankenähnlichen Gebilde, wie ich an Ornamenten auf Sumbawa nachweisen konnte.

Das *Pflanzenornament* ist im Archipel weit verbreitet, schließt sich aber eng an die Hindukultur an. Ganze Pflanzen mit Blüten und Blättern werden von den Javanen auf allen möglichen Gegenständen angebracht und zwar heute wie vor 1400 Jahren auf den gewaltigen Tempelbauten von Mådjåpahit. Auf Lombok spielen die Pflanzen nicht nur als ornamentaler Schmuck, sondern auch im Liebesleben, als eine Art Bilderschrift im Liebesbriefsteller, der Sasaker eine Rolle.

Gegenüber diesen Pflanzenmustern tritt im östlichen Archipel das *Tier- und Menschenornament* in den Vordergrund. Auf Sumatra, Lombok, Celebes bilden der Skorpion, die Haut von Schlangen, der Tausendfuß beliebte Vorbilder, diese, wie Krokodil, Hirsche, Pferde, Schildkröten, Meerestiere, Vögel aller Art sowie der Mensch auf Schnitzereien, Flechtwerken, Webereien u. a. charakterisieren die austromalayische Kunstrichtung.

Wie in der Ornamentik der indo- und austromalayischen Stämme ein Unterschied besteht, so auch in den *religiösen Anschauungen*. Im ganzen Archipel bildet die *Seelenverehrung* die Grundlage des Kultus. Im westlichen Gebiete denkt man sich die Seele Verstorbener im Grabe oder in darüber errichteten Häusern, Grabpfeilern oder aufgestellten Töpfen wohnend, im östlichen hingegen in Holzfiguren von menschlicher Gestalt, welche direkt als Fetische verehrt werden. Diesen letzten legt man die Bezeichnung „deus, teos, tjeus, deo, dju, du“ bei, ein sich vom Sanscritischen: „dewa, devata“, Stamm: „dev“ und Nebenform: „dju“ ableitendes Wort, von dem auch das römische Jupiter d. i. „dju pitar“, Gott Vater, das griechische Zeus abstammt und das mit dem lateinischen: „deus“, dem portugiesischen: „dios“ gleichklingt. Auf der Insel Buton errichtet man den Ahnenseelen Miniatur-Wohnhäuser zum gemeinsamen Aufenthalte. Je mehr die Kenntnis von der ehemaligen Existenz dieser, besonders hervorragender Menschen bei den Nachkommen verschwindet, desto größer wird unter Umständen die Verehrung. Die Seele eines berühmten Häuptlings versetzt man unter die guten Geister, und sein Opferhäuschen wandert auf einen Berg. Auf ähnliche Weise dürften auch auf den anderen Inseln die Schutzgeister der Menschen, der Familien und Dörfer entstanden sein.

Nicht nur in der Seelenverehrung besteht ein Gegensatz zwischen indo- und austromalayischen Völkern sondern auch im *Götterglauben*. Die westlichen Stämme kennen als Oberwesen vor allem den Gott der Winde oder des Himmels, der den Monsunen gebietet, und den Gott des Wassers oder des Meeres, die östlichen aber verehren Sonne und Mond als die Spender der Fruchtbarkeit und die Erde als die gebende Mutter.

Wichtig für den ganzen Archipel ist endlich der *Schlangenkult*, welcher im westlichen Inselgebiete mit dem hinduischen Naga - Glauben verschmolzen ist. Die Naga-Schlange gilt als die Beschützerin des Eigentums, wird an Häusern, Schiffen, Grabdenkmälern u. a. angebracht und vertritt bei den ostmalayischen Stämmen den Kriegsgott, der hier als Schlange oder häufig in der Gestalt eines Drachen Darstellung findet.

Die tier-, pflanzen- und menschengeographischen Untersuchungen lehren also das Gleiche wie die geologischen, nämlich daß nirgendwo eine scharfe Grenze, sondern eine mehr oder weniger vollständige

Landverbindung zwischen Asien und Australien existiert hat. Dieses pliozän-altdiluviale Festland, Austrasien, löste sich im Verlaufe der Quartärperiode jedoch immer mehr in Inseln auf, sodaß bei der Isolierung, ihrer Lage entsprechend, eine bald mehr asiatische, also indomalayische, bald mehr australische, d. h. austromalayische Lebewelt zurückblieb.

Besprechungen.

Müller, Dr. Arno, ständiger Mitarbeiter im Kaiserlichen Gesundheitsamt, **Über Wassersterilisation mittels ultravioletter Strahlen.** Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte, 1912, Bd. XLIII, Heft 3, S. 475—482.

Die geschilderten Versuche wurden unternommen, um über die Wirkung des von der *Westinghouse Cooper Hewitt Gesellschaft* in den Handel gebrachten Wassersterilisators, Type B 1, ein Bild zu erhalten. Die Versuche, welche an zwei Apparaten ausgeführt wurden, von denen mindestens der zweite einwandfrei funktionierte, sind dadurch bemerkenswert, daß sie bezüglich des Sterilisationseffektes erheblich ungünstigere Ergebnisse lieferten, als sich bei Untersuchungen anderer Autoren mit den Apparaten derselben Gesellschaft ergab. Nach den Angaben der Firma sollte der Apparat in einer Stunde 600 Liter steriles Wasser liefern.

Die Versuche des Verf., welche mit Leitungswasser, Spreewasser, durch schwefelsaure Tonerdefällung entfärbtem Spreewasser, mit Bakterienaufschwemmungen von Bakterium coli und Bacillus fluorescens liquefaciens ausgeführt wurden, ergaben bei beiden Apparaten ziemlich übereinstimmend, daß vollkommene Sterilität nur bei sehr stark herabgeminderter Durchflußgeschwindigkeit in äußerst keimarmem und klarem Leitungswasser erzielt werden konnte. Bei der maximalen Durchflußgeschwindigkeit von 600 l in der Stunde waren schon in 20 ccm des belichteten Wassers Keime nachzuweisen, auch wenn das Rohwasser nur 7 Keime in 1 ccm enthalten hatte.

Verf. erklärt die Unterschiede in den Ergebnissen seiner Versuche gegenüber den beträchtlich günstigeren Resultaten anderer Autoren, welche mit den gleichen Apparaten Untersuchungen angestellt haben, daraus, daß verschiedene Lampen derselben Art bei gleichem Stromverbrauch vielleicht nicht immer die gleichen Mengen baktericid wirksamer Strahlen erzeugen.

Tillmans, Frankfurt a. M.

Ein lichtelektrisches Photometer für sichtbares Licht. Von *Elster* und *Geitel*. (Physikalische Zeitschrift *13* S. 739. 1912.)

Das Instrument benutzt den sogen. lichtelektrischen Effekt, der bekanntlich darin besteht, daß eine Metallplatte imstande ist einen Strom von negativen Elektronen abzugeben, wenn sie von hinreichend starkem Licht getroffen wird. Die schon früher von *Elster* und *Geitel* gemachte Beobachtung, daß die Zahl dieser Elektronen, mit anderen Worten die Stärke des von der Metallplatte ausgehenden Stroms, proportional ist der Intensität des auffallenden Lichts, ist das Grundprinzip der neuen Photometeranordnung. Der Gedanke ist von *Elster* und *Geitel* schon im Jahre 1893 ausgesprochen und von ihnen und auch von anderer Seite verschiedentlich benutzt worden. Seiner allgemeinen Verwendung zum Zwecke der Photometrie standen aber wesentliche Hindernisse entgegen. Einmal nämlich sind die meisten Metalle und Metallegierungen nur für ultraviolettes Licht empfindlich, d. h. sie senden nur bei Bestrahlung mit ultraviolettem Licht Elektronen aus. Im allgemeinen interessiert aber für die Photometrie nicht dieser Teil, sondern der sichtbare Teil des Spektrums mehr. Ferner bestand eine sehr wesentliche Fehlerquelle darin, daß alle Metalle unter gewöhnlichen Bedingungen die Erscheinung der sogen. lichtelektrischen Ermüdung zeigen, d. h. bei längere Zeit fortgesetzter Belichtung nimmt die Stärke des lichtelektrischen Stromes wesentlich ab. Damit ist von vornherein Konstanz der Instrumentangaben ausgeschlossen. *Elster* und *Geitel* ist es aber in neuester Zeit gelungen lichtelektrische Zellen zu bauen, welche von diesen beiden Mängeln frei sind. Sie haben nämlich gefunden, daß K- und Na-Hydrüre eine sehr große lichtelektrische Empfindlichkeit für *sichtbares* Licht besitzen und wenn sie sich in einer Wasserstoff- oder noch besser in einer Argonatmosphäre befinden, auch nicht die geringste lichtelektrische Ermüdung mehr zeigen. Diese K- oder Na-Hydrüre lassen sich in relativ einfacher Weise dadurch herstellen, daß man in eine mit sehr verdünntem Wasserstoff gefüllte Kugel etwas metallisches Kalium oder Natrium hineindestilliert und sodann eine Zeitlang mit einem Induktorium eine Entladung in dem verdünnten Wasserstoff herstellt. Der letztere wird sodann vollständig durch Luftpumpen oder andere Evakuationsmittel entfernt und durch verdünntes Argon ersetzt. Das neue Photometer besteht nun aus nichts anderem als aus einer solchen hochempfindlichen lichtelektrischen Kaliumhydrürzelle, die in einen lichtdichten Kasten eingebaut ist, in Verbindung mit einem geeigneten Strommeßinstrument. Bei Benutzung wird der Kasten an einer Stelle geöffnet und diese Öffnung der zu messenden Lichtquelle zugewandt. Das Strommeßinstrument zeigt dann Ströme an, welche proportional der Intensität des auffallenden Lichts sind. Diese Zellen sind so empfindlich, daß für Messungen von starken Lichtquellen, z. B. Sonnenlicht, eine Reduzierung der Helligkeit durch geschwärzte Glasplatten und Blenden notwendig wird. Man kommt dann auch mit Zeigerinstrumenten zur Strommessung aus. In diesem Falle läßt sich das ganze Instrumentarium sehr kompendiös einbauen. In dieser Form ist es von *Elster* und *Geitel* sogar bei Freiballonfahrten mit Erfolg benutzt worden, wo ja an alle Instrumente sehr hohe Anforderungen in bezug auf Sicherheit und geringe Raumbeanspruchung gestellt werden. Handelt es sich um die Messung kleinerer Lichtstärken, so ist das Zeigerinstrument durch ein empfindliches Spiegelgalvanometer zu ersetzen. Mit diesem ist es möglich, Lichtstärken bis zu einer Meterkerze herab messend zu vergleichen. Noch kleinere Lichtstärken sind der Messung noch zugänglich, wenn man elektrostatische Strommeßmethoden benutzt. Es lassen sich dann noch Lichtstärken bis zu $^1/_{1000}$ Meterkerze messen. Das Instrument besitzt also einen Bereich von den größten bis zu sehr kleinen Lichtstärken herab. Mit ihm ist ein sehr bequemes Instrument geschaffen worden, das die Aufgabe, eine Lichtquelle zu photometrieren, auf eine bequem auszuführende Stromstärkemessung zurückführt, eine Aufgabe, die müheloser auszuführen ist, als die bekannten Photometer einzustellen. Es ist daher als eine sehr wesentliche Bereicherung unserer Meßinstrumente auf diesem Gebiete zu bezeichnen. Eine besonders wichtige Rolle wird es dann zu spielen berufen sein, wenn es gilt, viele photometrische Messungen hintereinander auszuführen. Wenn man eine solche Meßreihe mit den bisher üblichen Meßinstrumenten ausführen will, so tritt bald eine sehr starke Augenermüdung ein, man ist infolgedessen zu Pausen

gezwungen, welche die ganzen Untersuchungen außerordentlich zeitraubend machen. Besonders stark wird diese Störung dann empfunden, wenn man mikrophotometrische Meßreihen vornehmen will. Das Elster-Geitelsche lichtelektrische Photometer hat daher trotz der kurzen Zeit seines Bestehens schon die Konstruktion eines *registrierenden Mikrophotometers* herbeigeführt. Dieses ist ausgeführt worden von *P. P. Koch* in München. Sein Apparat ist beschrieben in den Annalen der Physik *39* S. 705, 1912. Das Instrument ist hauptsächlich dazu bestimmt, die Schwärzung photographischer Aufnahmen auszumessen. Die Platte wird dabei von einer starken Lichtquelle (Nernstlampe) beleuchtet und vor dem Objektiv eines Mikroskops durch ein Uhrwerk verschoben. Das Bild der Stelle, das sich gerade unter dem Objektiv befindet, fällt auf eine der oben beschriebenen lichtelektrischen Elster-Geitelschen Zellen und erzeugt in ihnen den Photostrom, dieser wird durch ein registrierendes Saitenelektrometer gemessen. Die Kurve der Ausschläge dieses Instruments, welche photographisch festgelegt wird, gibt dann genau den Verlauf der Schwärzung auf dem auszumessenden Negativ wieder. *Koch* hat den im Prinzip sehr einfachen Apparat in allen Einzelheiten sehr gut durchkonstruiert, namentlich auch Fehler infolge von Schwankungen der beleuchtenden Lichtquelle in sehr eleganter Weise umgangen und eine eingehende Prüfung der Eigenschaften des Instruments angestellt. Die Probe auf richtige Funktion besteht darin, daß ein und dieselbe photographische Aufnahme einmal mit dem Hartmannschen Mikrophotometer, das subjektive Einstellung erfordert, gemessen wurde und einmal mit dem registrierenden Photometer. Die beiden Kurven decken sich mit vollkommen hinreichender Genauigkeit. Das registrierende Photometer verkürzt Messungen, zu denen sonst mehrere Wochen notwendig sind, auf ebensoviele Stunden. Es ist daher wohl berufen, eine große Rolle für alle die Untersuchungen zu spielen, bei denen es auf die Photometrie solcher Prozesse und Erscheinungen ankommt, die nur auf photographischem Wege mit hinreichender Genauigkeit und Bequemlichkeit festgehalten werden können, z. B. der unsichtbaren Strahlungen. *v. Dechend, Freiburg i. Br.*

Zur Organisation des Physikalischen Anfängerpraktikums. (Physik. Zeitschr. *14*, S. 83, 1913.)

Recht interessante Versuche mit einer neuen Organisation des Praktikums für Physik sind von *A. Bestelmeyer* im Göttinger Physikalischen Institut gemacht. Die immer größer werdende Zahl der Praktikanten hat schon früher dazu geführt, die Aufgaben nur in Gruppen durchführen zu lassen. Diese Reduktion ist von *Bestelmeyer* noch weiter geführt, ohne daß trotzdem die Tätigkeit des Einzelnen eingeschränkt zu werden brauchte. Dies geschah in der Weise, daß für die Übungsaufgaben nur solche ausgewählt wurden, deren Apparatur mit den geringsten Kosten zu beschaffen war, und daß von jedem Apparat eine große Anzahl beschafft wurde. Während in den ersten Stunden sämtliche Praktikanten dieselben einfachsten Aufgaben, wie Linien- und Flächenmessungen, Zehntel- und Genauigkeitsschätzen usw. durchführten, trat danach eine Teilung der 24 Teilnehmer in *drei* Gruppen von je 8 Praktikanten ein. „Jede Teilnehmergruppe erhält eine für je vier Doppelstunden berechnete Aufgabe (A, B, C) zugeteilt. Nach Ablauf dieser Zeit tritt zyklische Vertauschung der Aufgabengruppen ein und nach weiteren 14 Tagen nochmals. Dann folgen in analoger Weise drei weitere Aufgabengruppen (D, E, F)." Die Vorteile dieser Einteilung sucht *Bestelmeyer* darin, daß durch diese Organisation dem Praktikumsleiter die Arbeit der Aufgabenverteilung so gut wie vollständig abgenommen wird. Es können ferner — und darin liegt der Hauptvorteil — die Erläuterungen des Leiters an acht parallel arbeitende Praktikanten gleichzeitig gerichtet werden, wodurch Zeit für eine mehr individuelle Behandlung der einzelnen Praktikanten frei wird. Die Aufgaben aus Mechanik und Wärme, die bei der ersten Durchführung dieser Organisation gewählt wurden, waren mit der Einteilung nach Gruppen A, B, C, D, E, F und Angabe der Anzahl der vorhandenen Apparaturen (eingeklammerte Zahlen):

A 1 Thermometer-Fixpunkt-Prüfung (8),
A 2 Spezifische Wärme, Mischungsmethode (8),
A 3 Schmelzwärme des Eises (8), Lösungswärme des Salmiaks (8),
A 4 Hydratationswärme des Chlorkalziums (8).

B 1 Spezifische Gewichtsbestimmungen mit der Nicholsonschen Senkwage (4),
B 2 u. 3 Wage (8),
B 4 Mohrsche Wage (2), spezifisches Gewicht nach der Schwebemethode (8).

C 1 Pendel (8),
C 2 Prüfung des Boyleschen Gesetzes (4),
C 3 Volumenometer (4),
C 4 Gasdichte aus Ausströmungszeit (Bunsen) (4).

D 1 Gasdichte aus Wägung (4),
D 2 Dampfdichte nach *Dumas* (4),
D 3 Dampfdichte nach *V. Meyer* (4),
D 4 Molekulargewichtsbestimmung aus Gefrierpunktserniedrigung (4).

E 1 Innere Reibung von Flüssigkeiten (8),
E 2 Kapillarkonstante (8),
E 3 C_p/C_v nach *Clément* und *Desormes* (4),
E 4 Kundtsche Staubfiguren (4).

F 1 u. 2 Elastizitätsmodul durch Dehnung (2) und Biegung (2),
F 3 Torsionsmodul (4),
F 4 Mechanisches Wärmeäquivalent (4).

Die Resultate der Neueinrichtung waren überaus befriedigend. *P. Lg.*

Ostwald, Wolfgang, Die neuere Entwicklung der Kolloidchemie. Vortrag, gehalten auf der 84. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Münster i. W. 1912. Dresden und Leipzig, Theodor Steinkopff. 1912. 23 S. Preis geheftet M. 1,—.

In der vorliegenden kleinen Schrift gibt *Wo. Ostwald*, der Redakteur der „Kolloid-Zeitschrift" und der „Kolloidchemischen Beihefte", eine Übersicht über die neuere Entwicklung der „Kolloidchemie", d. h. eines Zweiges der Chemie, der, wie auch *Wo. Ostwald* bemerkt, besser wohl als „Lehre von den stofflichen Systemen mit relativ großer Grenzflächenentwicklung" zu bezeichnen ist. Nach allgemeinen Betrachtungen über die Natur der Kolloide, die als heterogene Systeme von hohem Zerteilungs- oder Dispersitätsgrade zu definieren sind und darnach zwischen den bis zu molekularen Dimensionen zerteilten Systemen, wie sie z. B. in den echten Lösungen vorliegen, und den Systemen mit gröberen Komplexen, z. B. den Emulsionen und Suspensionen, stehen, werden zunächst die Erscheinungen besprochen, welche in den Übergangsgebieten zwischen den Systemen von verschiedenen Dispersitätsgraden auftreten. Dann folgen einige Bemerkungen über die Bedeutung der kolloidchemischen Forschung für die experimentelle Grundlegung der Ato-

mistik, über kolloidale Lösungen in nichtwässerigen Lösungsmitteln, über die Theorie der Herstellung kolloidaler Lösungen, über Ultramikroskopie, über Adsorptions- und über Koagulationsvorgänge. Ein Schlußwort behandelt einige Anwendungen der Kolloidchemie.

Der Vortrag ist auch in den „Kolloidchemischen Beiheften", Bd. IV, Heft 1, erschienen.

Werner Mecklenburg, Clausthal i. H.

Goldberg, E., Die Grundlagen der Reproduktionstechnik. In gemeinverständlicher Darstellung. Halle a. S., W. Knapp. 1912. VII. 143 S., 49 Abbild. u. 4 farb. Taf. Preis M. 4,80, geb. M. 5,40.

Das vorliegende Werk behandelt in gemeinverständlicher Weise die modernen Reproduktionsverfahren, welche sich auf photographische Methoden stützen. Überflüssige geschichtliche Angaben, sowie Veraltetes und noch nicht Bewährtes sind weggelassen, es sollte lediglich ein Bild des gegenwärtigen Stadiums dieser Technik geboten werden. Zunächst wird die Herstellung der photographischen Aufnahme, von Strich-, Halbton- und farbigen Originalen behandelt. Sodann folgt der Vorgang bei Herstellung der Druckplatten für die Hochdruckverfahren (Strich- und Rasterätzungen). Schließlich ist kurz der Flachdruck, Lithographie und Lichtdruck, sowie der Tiefdruck, Heliogravure und Intagliodruck behandelt. Das Hauptgewicht scheint auf die Hochdruckmethoden gelegt, die ja heute für den Buchschmuck die wichtigsten sind, wobei die amerikanische Positivretusche besondere Berücksichtigung erfährt. Das Illustrationsmaterial ist reichhaltig und recht instruktiv. Als Information für den Laien kann das Werk empfohlen werden.

Paul Ritter von Schrott, Wien.

Ziegler, H. E., Zoologisches Wörterbuch. Erklärung der zoologischen Fachausdrücke. S. 481—737 m. 184 Abbildungen. Jena, G. Fischer. 1912. Preis M. 6,50.

Mit der nunmehr erschienenen dritten Lieferung liegt die zweite Auflage des „Zoologischen Wörterbuchs" vollständig vor. Das Anwachsen des Werkes um nahezu sechs Bogen läßt erkennen, daß die Bearbeiter den Bedürfnissen der Leser in weitgehender Weise zu entsprechen bestrebt waren. Der größere Umfang ist teils durch Aufnahme neuer Stichwörter, teils durch ergänzende — zum Teil durch neuere Veröffentlichungen nötig gewordene — Zusätze, teils endlich durch Vermehrung der Abbildungen bedingt. In betreff der Auswahl der Stichwörter wird man natürlich in manchen Punkten verschiedener Ansicht sein können. Nach des Referenten Auffassung gehören einfache Verdeutschungen lateinischer, in jedem Wörterbuch zu findender Bezeichnungen — wie z. B. Sudor, Pinna caudalis u. a. — eigentlich nicht hierher, ebenso wenig anatomische Spezialbezeichnungen, wie Portio intermedia Wisbergi, Portio vaginalis uteri; auch wären die den Zahnbau betreffenden Erläuterungen besser nicht unter dem — wohl kaum in erster Linie aufgesuchten — Stichwort „Dentes", sondern unter „Zähne" gegeben. Andererseits hätten wohl Ausdrücke wie Germinogonie, Parabiose, Polyembryonie, Protomeren u. a. aufgenommen werden können. Schwer ist es auch, über die Auswahl der Spezies- und Gattungsnamen bestimmte Grundsätze aufzustellen. Es würde aber ein völliges Verkennen der großen, hier geleisteten Arbeit bedeuten, wenn man aus solchen Einzelheiten dem Bearbeiter einen Vorwurf machen wollte, um so mehr, da jede fernere Auflage Gelegenheit zur Revision gibt. Besondere Schwierigkeiten macht die Nomenklatur, deren gegenwärtiger Übergangszustand es nötig macht, eine Reihe von Gattungen und Arten unter doppelter Benennung aufzuführen, sowie die gleichfalls in Umbildung begriffene Orthographie. Daß das verdienstvolle Werk Anklang gefunden hat, beweist schon die Tatsache, daß in so kurzer Zeit eine neue Auflage nötig wurde.

R. v. Hanstein, Gr.-Lichterfelde.

Eckardt, W. R., Klima und Leben (Bioklimatologie). Berlin und Leipzig, G. J. Göschen. 1912. 84 S. 16°. Preis M. 0,80.

Das kleine Büchlein behandelt die Beziehungen des Klimas zur Entstehung, Entwicklung und Verbreitung des Lebens, insbesondere gibt es die Einflüsse an, welche es auf den Menschen, seine Wirtschaft, seine Gesundheit, sowie auf seine Lebens- und Erwerbstätigkeit ausübt. Da gegenwärtig ein immer größer werdender Teil der Menschheit sich veranlaßt sieht, seinen Aufenthaltsort aus einer Klimazone in die andere zu verlegen, so ist das kleine Werk von allgemeinem Interesse. *Mk.*

Lohmann, H., Beiträge zur Charakterisierung des Tier- und Pflanzenlebens in den von der „Deutschland" während ihrer Fahrt nach Buenos Ayres durchfahrenen Gebieten des Atlantischen Ozeans. I. u. II. Teil. Int. Rev. d. g. Hydrobiologie, Bd. IV u. V.

Da bisher die von *Lohmann* mit so außerordentlichem Erfolge eingeführte Zentrifugenmethode nur einmal im offenen Meer Anwendung finden konnte, und zwar ebenfalls mit guten Resultaten, so ergab sich im Vorhinein das Projekt, auch auf der Fahrt der „Deutschland" die Untersuchung des Zentrifugenplanktons zur Hauptaufgabe der biologischen Forschung zu machen. Dies um so mehr, als die einzige analoge Untersuchung (ausgeführt von der *Michael-Sars-Expedition)* nur in dem zwischen 50° und 30° N. B. gelegenen Teil des Atlantiks stattfand, während das Arbeitsgebiet der „Deutschland" bis zum Falklandstrom reichte.

So wie *Gran* verarbeitete auch *Lohmann* 300 cm³ zu einer Probe; dieses Quantum gab bereits ein recht gutes Bild des Phytoplanktons; nur für die Riesenformen Halosphaera und Pyrocystis, sowie die Trichodesmiumbüschel reicht diese Wassermenge zur quantitativen Bestimmung nicht aus. Für diese Formen, sowie die tierischen Organismen — ausgenommen die nackten Flagellaten — muß die Zentrifugenmethode durch andere quantitative Methoden ersetzt oder unterstützt werden. Als solche Ersatzmethoden kamen Filterproben, die durch die Schlauchmethode gefangen wurden, Netzfänge und Ringnetzfänge zur Verwendung. Das von *Hensen* 1911 konstruierte Ringnetz kam hier zum ersten Male zur Verwendung und bestand seine Feuerprobe, wenn dieses Wort bei Wasserproben gestattet ist, vorzüglich. Über alle diese Methoden und die Arbeitsteilung gibt *Lohmanns* Abhandlung eingehenden Bericht.

Nach kurzer Skizzierung der Fahrt, deren Ergebnisse einen „biologischen" Längsschnitt durch den Atlantik lieferten, behandelt *Lohmann* zuerst die außerhalb der Tropenzone gewonnenen Resultate, dann die im Tropengebiet gemachten Beobachtungen und im Schlußteil einzelne interessante Organismen.

Der Kontrast der Tropenzone und der extratropischen Gebiete liegt nicht nur in der Wasserfarbe (Tropen = 0 der Forel-Scala, sonst 1—6), sondern auch in dem unvermittelten Emporschnellen der Volkszahl des Zentrifugenplanktons. Dazu kommt noch ein qualitativer Unterschied, da in den Tropen neben Peridineen und Coccolithophoriden besonders Trichodesmien auftreten, an deren Stelle im kälteren Wasser Diatomeen und nackte Phytoflagellaten treten.

Im Norden ergaben sich zwei Maxima des Makroplanktons und ebenso zwei Maxima des Mikroplanktons, die aber nicht zusammenfielen. Im Gegenteil fiel das

eine Makromaximum zeitlich und räumlich mit einem Mikrominimum zusammen. Gleichzeitig aufgefundene mit Coccolithophoriden, Gymnodinien und nackten Monaden verstopfte Oikopleura-Reusen lassen vermuten, daß eine Invasion des Makroplanktons mit dem Mikroplankton derartig aufgeräumt hat, daß dieses nicht imstande war, den durch den Fraß erlittenen Verlust zu ersetzen. Diese Beobachtung deckt sich mit der vom Referenten im Süßwasser gemachten Beobachtung eines Phasenwechsels der Makro- und Mikroplankton- (kurz N- und Z-) Kurven.

Im Süden begannen die Beobachtungen am 19. August. Der Übergang in diese Zone erfolgte ganz unvermittelt. Am Vormittag — schreibt *Lohmann* — fuhr man noch durch Sargassumbüschel mit Idotheen, Janthinen usw., mittags fiel die Wassertemperatur ganz plötzlich, das Oberflächenplankton nahm einen schleimigen Charakter an und enthielt im Liter 3700 Diatomeen, während gerade vorher nur 40 Diatomeen im Liter zu finden waren. Auch im Süden kamen zwei Maxima von Makroplanktonten zur Beobachtung, von denen das bedeutendere wieder zwischen zwei Maxima des Zentrifugenplanktons zu liegen kam.

Ein Vergleich der nördlich und südlich vom tropischen Gebiet gewonnenen Resultate ergibt eine ganze Reihe von Unterschieden:

1. Seevögel und Wale waren im Süden viel zahlreicher als im Norden.
2. Makroplanktonten waren dagegen im Norden häufiger als im Süden.
3. Das Kleinplankton war im Norden diatomeenreicher; ebenso etwa achtmal reicher an nackten Monadinen. Nur im Süden fand sich z. B. die schöne von *Gran* entdeckte neue Coccolithophoridengattung Michaelsarsia.

Gerade der letztere Befund zeigt jedoch, daß diese Gegensätze vielleicht nur scheinbare sind; denn *Gran* fand Michaelsarsia im Norden. Es können also die hier verzeichneten Unterschiede entweder mit der Verschiedenheit der Schnittpunkte des nördlichen und südlichen Stromzirkels oder mit jahreszeitlichen Differenzen zusammenhängen.

Der Besprechung der tropischen Planktonverhältnisse schickt *Lohmann* eine eingehende Besprechung der hydrographischen Verhältnisse voraus. Zunächst ergibt sich da eine Sonderung des Gebietes durch die einzelnen Strombezirke, wenn man die oberflächlichen Triftströmungen in Betracht zieht (Guineastrom, die beiden Äquatorialströmungen). Diese Stromrichtungen können jedoch nicht zur Erklärung der Verbreitungsverhältnisse solcher Organismen verwendet werden, die in 50, 100 oder gar 200 m Tiefe leben. Denn wie *Eckmanns* Triftheorie zeigt, nimmt bei den Strömungen mit zunehmender Tiefe nicht nur die Stromgeschwindigkeit ab (und zwar in geometrischer Progression), sondern der Strom ändert auch seine Richtung, so daß er in einer bestimmten Tiefe, der „Reibungstiefe", der Richtung der oberflächlichen Strömung entgegengesetzt ist. Die in Wirklichkeit noch komplizierteren Verhältnisse führen dazu, den Schöpfproben, wie sie für Zentrifugierarbeiten genommen werden, einzig und allein Zuverlässigkeit zuzugestehen, wenn biologische und hydrographische Forschungsergebnisse verknüpft werden sollen.

Die Vertikalzirkulation führt zu einem Auftrieb kalten Tiefenwassers in den äquatorialen Gebieten und einer Anstauung warmen Oberflächenwassers in den höheren Breiten. So kommt es, daß im Atlantik im Tropengürtel eine kalte Tiefsee angetroffen wird, in höheren Breiten, besonders auf der nördlichen Halbkugel, eine warme Tiefsee. Die Wassermenge, die der horizontalen Triftströmung durch die Vertikalzirkulation entzogen wird, ist jedoch so gering — nämlich 5% —, daß der Vertikalzirkulation für die Verbreitung des Planktons keine direkte Bedeutung zukommt. Indirekt kommt der Vertikalzirkulation wohl eine Bedeutung zu, besonders durch die eigenartigen Sauerstoffverteilungsverhältnisse, die durch sie geschaffen werden.

So wie die horizontal liegenden Triftstromzirkel horizontal gelegene Gebiete geringster Wasserbewegung umschließen, die Halostasen, ganz so bedingen die Vertikalströmungen das Entstehen bis zu 800 m Tiefe hinabreichender (gewissermaßen vertikal stehender) Gebiete, die an der Vertikalzirkulation nicht oder kaum beteiligt sind. Hier kann der durch die Tiere verbrauchte Sauerstoff nicht mehr ersetzt werden; es bilden sich Minima aus, die einen O-Gehalt von 1 bis 2 cm^3 pro Liter aufweisen und überdies durch Anreicherung schädlicher Stoffwechselprodukte sehr ungünstige Lebensbedingungen aufweisen.

Besondere Verhältnisse kommen beim Entstehen der Sprungschichte im Meere in Betracht, und zwar wesentlich andere als in Süßwasserseen. Die Verdunstungsstärke entscheidet zunächst, ob eine Sprungschichte überhaupt zur Ausbildung gelangt; ihr Lage ist bedingt durch die Intensität von Auftrieb und Anstau, so daß schließlich diese beiden Vertikalbewegungen für die vertikale Verteilung des Planktons in erster Linie in Betracht kommen müssen, wenn auch ihre Wirkung eine indirekte ist. Die Tiefe der Sprungschicht im Atlantik schwankt zwischen 25 und 80 m.

Dieser Erörterung der hydrographischen Verhältnisse folgt nun eine Besprechung des Zentrifugenplanktons, das im Tropengebiet individuenärmer, aber artenreicher ist, als außerhalb der Tropen. Die geringere Individuenzahl wird durch eine raschere Teilung der Protisten wieder ausgeglichen, so daß die Metazoen, die auf die Protisten als Nahrung angewiesen sind, diese zwar in kleineren Rationen zu sich nehmen müssen, dafür aber häufiger solche Rationen verabreicht bekommen, wie *Lohmann* sehr anschaulich sagt.

Quantitativ zeigte sich das Zentrifugenplankton in den Tropen im Gegensatz zu den außertropischen Gebieten außerordentlich gleichförmig. Qualitativ hingegen bieten die Coccolithophoriden gute Anhaltspunkte zu einer weiteren Gliederung des Gebietes. Während Pontosphaera huxleyi und Coccolithophora leptopora die kühlen, nicht tropischen Gebiete in hoher Individuenzahl bevölkern, erreichen andere Arten ihr Maximum gerade in den Tropen. Auch hier zeigen sich noch Unterschiede zwischen Nord und Süd, indem z. B. Rhabdosphaera hispida, Syracosphaera dentata und Calyptrosphaera oblonga hauptsächlich auf der nördlichen Halbkugel, Umbilicosphaera mirabilis und Deutschlandia anthos auf der südlichen gefunden werden. Bei der Besprechung dieser Statistik ventiliert *Lohmann* die Frage, ob diese Verhältnisse nur für die Zeit der Fahrt der Deutschland Geltung haben oder allgemeine Gültigkeit. Zum guten Teil scheinen hier nicht nur zeitlich beschränkte Fälle vorzuliegen. So ist wohl der Südäquatorialstrom auffallend vom nördlichen Stromkreis, in den er ja direkt eintritt, in der Zusammensetzung des Zentrifugenplanktons unterschieden. Für manche Formen, die wie Dictyocysta coccolitholega, Rhynchomonas acuta und Acanthoica im kühleren Wasser des Südgebietes leben, erscheint es wahrscheinlich, anzunehmen, daß ihnen die Unmöglichkeit, den Transport durch das Warmwassergebiet ohne Schaden zu überstehen, der Zutritt nach Norden verwehrt. Noch eine Reihe anderer Beobachtungen macht es wahrscheinlich, daß sich das nördliche und südliche Stromsystem nach ihrem Plankton in konstanter und charakteristischer Weise unterscheiden.

Die genauere Charakterisierung der einzelnen Gebiete enthält u. a. bemerkenswerte Daten über den Guineastrom. Schon die Plankton-Expedition unter *Hensen* stellte hier das häufige Vorkommen einer Küsten-Appendicularie Oicopleura dioica fest sowie das Auftreten eines Halacarus, der dem Tokantindelta entstammen mußte. Zu diesen Fällen lieferte nun das Zentrifugenmaterial der Deutschland interessante Seitenstücke; es wurde hier nicht nur das im Küstenmeere so häufige Prorocentrum micans, sondern in großer Zahl auch eine Euglena oder Eutreptia angetroffen. Doch kann es sich lediglich um verschwemmtes Material von der brasilianischen Küste handeln, denn die Volkszahl dieser Organismen nimmt nach Westen hin nicht zu, sondern ab. Es müssen also wohl diese Formen im Guineastromgebiet besonders zusagende Existenzbedingungen vorfinden.

Das Gebiet des Südäquatorialstromes ist einmal durch den scharfen Gegensatz zum Guineastromgebiet gekennzeichnet, der sich durch das unvermittelte Verschwinden des dort häufigen Trichodesmium sowie durch den Reichtum des Südäquatorialstromes an Diatomeen gegeben ist. Dann ergaben auch die Coccolithophoriden Besonderheiten, sowie das Vorkommen von Brenneckellen und Acanthoica acanthifera.

Während im kühlen Wasser das Maximum der Volksdichte an der Oberfläche gelegen ist, ergab sich in den Tropen eine viel tiefere Lage des Maximums, in 57% zwischen 25 und 50 m Tiefe, in vereinzelten Fällen sogar unter 50 m.

Liegt im kühlen Wasser das Maximum in der Tiefe, so sind daran meist die die schweren Dauersporen bildenden Diatomeen schuld. Umgekehrt kann in den Tropen eine Massenentfaltung des Trichodesmium, das an die Oberfläche gebunden ist, die größte Bevölkerungsdichte in oberflächlichen Schichten eintreten lassen. Läßt man diese störenden Elemente, i. e. die Diatomeen und Trichodesmien außer Betracht, so zeigt sich, daß dieser Unterschied in der Vertikalverteilung zwischen Tropen und kühlen Gebieten sich gerade an jenen Gruppen deutlich zeigt, die beiden Gebieten gemeinsam sind, den Coccolithophoriden und Peridineen, ja daß dieser Kontrast sogar an derselben Spezies, wenn sie gleichzeitig den Tropen und den kühleren Gebieten angehört, wie Pontosphaera huxleyi, zum Vorschein kommt. Es muß also hierdurch eine Verschiedenheit der Existenzbedingungen zum Ausdruck kommen, die ganz allgemeine Bedeutung für die Planktonorganismen hat. Daß die von *Schimper* nachgewiesene schädigende Wirkung des Sonnenlichtes die meisten Planktonpflanzen zwingt, die tieferen Schichten im tropischen Ozean zu besiedeln, wird durch eine recht interessante Zusammenstellung der vertikalen Verteilung der Coccolithophoriden von *Lohmann* neuerdings vor Augen geführt. Die in den obersten Wasserschichten heimischen Arten Discosphaera tubifex und Rhabdosphaera hispida sind ringsum so dicht mit Fortsätzen versehen, daß die Zellen hierdurch wirksam vor zu greller Bestrahlung geschützt sind. Die schon mehr bei 50 m Tiefe angehäuften Arten Rhabdosphaera claviger und Rh. stylifer tragen nur eine schüttere Bedeckung mit solchen Fortsätzen. Die vorzugsweise in 100 m Tiefe heimischen Arten Scyphosphaera apsteini und Deutschlandia anthos tragen nur einen Ring von Fortsätzen, der bei horizontaler Lage der Zellen denselben kein Licht raubt. *Dr. V. Brehm.*

Astronomische Mitteilungen.

Zur Frage der Erdachsenschwankung. Von den neueren astronomischen und mathematisch-geographischen Problemen dürfte dasjenige der *Polschwankung* wohl am interessantesten sein. Periodische Änderungen der geographischen Koordinaten eines Erdortes werden in erster Linie und zwar bis zu Beträgen von rund 0,6 Bogensekunden durch Verlagerungen der Rotationsachse im Erdkörper selbst verursacht, die ihrerseits besonders durch Verschiebungen des Luftdrucks oder der Belastung über verschiedenen Stellen der Oberfläche unseres Planeten hervorgerufen werden. Neuerdings hat Dr. *Schweydar* (Potsdam) mit Recht darauf hingewiesen (*Astr. Nachr.* 4627), daß Variationen der geographischen Breite eines Ortes nicht nur durch Erdachsenverlagerungen, sondern gelegentlich auch durch Änderungen in der Richtung der Schwerkraft infolge von Deformationen der Niveaufläche und durch Schollenbewegungen in meridionaler Richtung hervorgerufen werden. Das Phänomen der Breitenvariation ist ein ziemlich kompliziertes, und insbesondere bieten die hierbei auftretenden kurzperiodischen Breitenänderungen recht erhebliche Erklärungsschwierigkeiten. Die hierfür gelegentlich herangezogenen Gezeitenerscheinungen in der festen aber elastischen Panzerdecke der Erde haben ihrer geringen Größe wegen keinen ausgesprochenen Einfluß auf die eigenartigen kurzperiodischen Polschwankungen, was auch aus den Messungsergebnissen der internationalen Breitenstationen sich folgern läßt. Dr. *Schweydar* hat nun ferner für dieselbe Frage die fast siebenjährigen Messungsreihen auf der russischen Sternwarte Pulkowo, die auf einem hellen Zenitstern in der Kassiopeja beruhen, untersucht und ist auch dabei zu dem wichtigen Resultat gekommen, daß die Kraft des Mondes auf die Gezeiten der festen Erdrinde so gering sein muß, daß sie zur Erklärung der kurzperiodischen Breitenschwankungen nicht ausreicht. —

Die fleckenbildende Tätigkeit der Sonne scheint jetzt endgültig wieder im Zunehmen begriffen zu sein. Vor kurzem ist ein Fleck auf der Sonnenscheibe in ziemlich hohen, von den gewöhnlichen Fleckenzonen auffallend abweichenden Breitenlagen aufgetreten, der als Vorbote für das langsam herankommende Maximum jener Wirbelbewegungen auf unserem Tagesgestirn gelten kann, das schon in wenigen Jahren eintreten wird (voraussichtlich 1916). Bei dieser Gelegenheit sei auch erwähnt, daß nach einem besonderen Zirkular der wissenschaftlichen Kommission für Sonnenstrahlung, deren Vorsitzender Prof. *Maurer* (Zürich) ist, die auffallende Trübung unserer Atmosphäre im Sommer und Herbst 1912 vielleicht sogar auch mit einer besonderen Schwächung der Sonnenstrahlung zusammenhängt. Besonders hat Prof. *Wolf* (Heidelberg) auf diese merkwürdige Trübung unserer Atmosphäre aufmerksam gemacht, da nach seinen Messungen sogar eine Abnahme des Sternenlichtes bis auf zwei Größenklassen damals stattgefunden hat. — Mit einer anderen, auch hierher gehörigen, sehr interessanten Frage, welche die *kosmische Ursache* der *Klimaschwankungen* aus Variationen der Sonnenstrahlung und der Temperatur des Weltenraumes betrifft, hat sich in neuerer Zeit Prof. *Hopfner* beschäftigt. Er geht von der Tatsache aus, daß unser gesamtes Sonnensystem mit etwa 19 km Sekundengeschwindigkeit sich durch den Weltenraum nach dem Sternbilde des Herkules hin bewegt, und daß infolgedessen auch die Sternstrahlung schon wegen der im Universum verteilten verschieden heißen Sterntypen an verschiedenen Stellen des Himmelsraumes ganz erheblich variieren muß. So kommt man auf Grund von manchen plausibelen astronomischen Annahmen über die Sterntemperaturen, heißen Sterne, neu aufleuchtenden Gestirne usw. zu der Anschauung, daß die Temperatur des Weltenraumes, die in erster Linie durch die Strahlung der Sterne (Sonnen fernster Weltensysteme) bedingt wird, durchaus nicht gleichmäßig ist. Für die Wärmebilanz der Erde

genügen hierbei, wie Prof. *Hopfner* mit Recht betont, Schwankungen von nur wenigen Zehntelgraden, um schon Klimaänderungen hervorzurufen.

Über das Spektrum des großen Nebels im Sternbild der Andromeda liegen sehr wichtige Untersuchungen von Prof. *Wolf* (Heidelberg) vor, deren übersichtliche Zusammenstellung sich in den Sitzungsberichten der Heidelberger Akademie befindet. Aus den gemessenen Wellenlängen aller Nebellinien läßt sich erkennen, daß der Andromedanebel ähnliches Licht ausstrahlt, wie unsere Sonne oder auch wie die Fixsterne vom Typus der Kapella (im Sternbilde des Fuhrmanns). Im großen und ganzen ist das Spektrum des Andromedanebels kontinuierlich und auch in den Intensitätsverhältnissen dem Sonnenspektrum entsprechend; dasselbe enthält keine hellen Linien, wie früher vielfach, besonders auf Grund von englischen Messungen des Nebelspektrums in der Andromeda angenommen wurde. *A. M.*

Kleine Mitteilungen.

In einer Veröffentlichung über die **Anwendung der Elektrizität bei Erdarbeiten und bei Ausführung von Hochbauten** macht die *General Electric Company* in Schenectady, New York, interessante Mitteilungen über mehrere große Unternehmungen, bei denen die von ihr gelieferten Maschinen in Wirksamkeit gewesen sind. So wurde beim *Panamakanal* die Handhabung des Materials für die 4 Millionen cbm Zementwerk, das für die verschiedenen Schleusen und Dämme nötig war, elektrisch bewirkt. Zwei Fünftel dieses Materials wurden allein für die vielgenannten *Gatun*-Schleusen verbraucht. Das Rohmaterial hierfür wurde mittels elektrisch betriebener Vorrichtungen von der Anfahrtstelle auf einer ca. 25 m hohen Seilbahn nach den Lagerplätzen befördert und von diesen wieder zu den Mischmaschinen, die gleichfalls elektrischen Antrieb hatten. Elektrisch angetriebene Bahnen beförderten sodann das fertige Material an die gewünschte Stelle im Schleusenbau. — Ein anderes Riesenunternehmen, bei dem elektrische Kraft in großem Maßstabe zur Verwendung gelangte, ist die *Catskill-Wasserleitung*, die das Wasser von den Catskillbergen auf einer mehr als 100 km langen Strecke durch Terraineinschnitte, Dämme, Tunnel und Röhren nach New York führt. Hierbei war es möglich, die elektrische Kraft aus Zentralstationen zu beziehen, so daß sich die Anlage einer eigenen Kraftstation erübrigte und an manchen Stellen eine Kostenersparnis von etwa 50 Prozent gegenüber dem für Dampfbetrieb erforderlichen Aufwande ermöglicht wurde. Die gleiche Ersparnis wurde bei den Erdarbeiten am *Schiffahrtskanal des Staates New York* erzielt, wo drei große Grabbagger in Tätigkeit waren, von denen zwei elektrisch und einer mit Dampf betrieben wurden. Die ersteren kamen um den genannten Betrag in der Ausrüstung und Unterhaltung billiger. — Daß auch im Hochbau die elektrische Kraft mit Vorteil Verwendung finden kann, wurde bei Errichtung des *Woolworth Building in New York* erprobt, das mit seinen 51 Stockwerken den höchsten Steinbau der Welt bildet. Das gesamte Baumaterial wurde bei diesem Bau mittels elektrischer Windevorrichtungen in die Höhe befördert. Dem Dampfbetrieb gegenüber erfordert der elektrische Betrieb nicht nur geringere Kosten, sondern auch geringeren Raum, was bei städtischen Hochbauten oft sehr wichtig sein kann. Ist bei solchen Bauten zum Zwecke der Beschleunigung ein Arbeiten bei Nacht erforderlich, so ermöglicht die *General Electric Company* dieses durch Aufstellen von elektrischen Scheinwerfern, die ihren Platz in weiter Entfernung von der Arbeitsstätte finden und diese doch tageshell erleuchten können. Für die genannten Unternehmungen hat die *General Electric Company* 70 bis 90 und noch mehr Prozent der elektrischen Ausrüstung geliefert. Sie hat damit die Früchte ihrer vielfältigen Verdienste um die Entwicklung der nordamerikanischen Elektrotechnik geerntet. In den Vereinigten Staaten ist diese fast allein auf die industriellen Betriebe zurückzuführen, während in Deutschland auch die vom Staate eingerichteten Hochschulen die elektrische Industrie wesentlich gefördert haben. Viele technische Untersuchungen, wie sie in Deutschland in Hochschulen ausgeführt werden, sind in Amerika von der *General Electric Company* vorgenommen worden, und auch die für solche Untersuchungen erforderliche Personal ist von ihr ausgebildet worden. Deutsche Elektrotechniker sind hierbei in größerer Anzahl wirksam gewesen, und wenn die amerikanische Gesellschaft in dieser Beziehung viele von Deutschland empfangen hat, so hat sie doch auch wiederum auf die deutsche Elektrotechnik in reichem Maße fördernd zurückgewirkt. *Mk.*

Verkauf der National Telephone Company in England an den Staat. Bis zum 31. Dezember 1911 konkurrierten sich in England die *National Telephone Company*, d. h. eine Privatgesellschaft und der Staat im Fernsprechwesen. Durch ein Gesetz wurde die Konkurrenz durch Verstaatlichung aller Fernsprechanlagen beendet. Interessant ist dieser Kaufvorgang sowohl durch die ungeheuren Summen, als durch die eingehende Besprechung einer großen Zahl namentlich für Betriebsleiter beachtenswerter Überlegungen. Die National verlangte rund 330 000 000 M.; der Staat, d. h. die englische Reichspost, bot 146 000 000 M. Das Gericht entschied sich nach einer soeben abgeschlossenen 74tägigen Verhandlung für 250 000 000 M. Sehr eingehend wurde über die Abschreibungen verhandelt. Die Post wollte eine jährlich gleichbleibende Quote für die Entwertung annehmen, die National berechnete die Abschreibung mit Verzinsung der Quoten. Ein anderer Punkt scharfen Streitens war die Berücksichtigung der Entwertung durch neue Erfindungen, die ja den Ersatz einer Anlage unter Umständen lange vor ihrer gänzlichen Abnutzung erzwingt. Die National gab als Lebensdauer im Durchschnitt 27,55 Jahre, die Post 13,31 Jahre an, worauf das Gericht nicht einging. Die National verlangte 5% des Kapitals für die Bauperioden, gewährt wurden 3¼ %. Für die Kosten der Kapitalsbeschaffung wurden rund 5 000 000 M. zugestanden. Die National hatte viele ihrer Anlagen selbst, statt durch Bauunternehmer gebaut. Sie beanspruchte dafür einen Unternehmergewinn, es wurde aber fast nichts zugestanden. Die technische Presse wehrt sich dagegen. In Deutschland ist schon manchmal von der Verstaatlichung der großen Elektrizitätsfirmen gesprochen worden. Der Aufkauf der National gibt dafür ein Vorbild. *F. L.*

Von den Fortschritten der Technik und Industrie in den Vereinigten Staaten kann man sich auf Grund der Zunahme des Nationalvermögens in der gesamten Union einen Begriff machen, wenn man eine im *Scientific American* Nr. 1935, Feb. 1, 1913 veröffentlichte Übersicht prüft. Nach dieser wuchs in einem Zeitraum von 14 Jahren der Wert

		Mill. Doll.		Mill. Doll.
an Eisenbahnmaterial	von	8296	auf	11244
„ Straßenbahnmaterial	„	389	„	2219
„ Telephon-, Telegraphen-, Schiffsmaterial	„	761	„	1659

Das Nationalvermögen selbst hat sich nach dieser Schätzung in der Zeit von 1890 bis 1904 fast verdoppelt

und betrug im letzteren Jahre fast ½ Billion Mark; für die letzten Jahre liegen keine Berechnungen vor, doch wird man nicht fehl gehen, wenn man es jetzt auf nahezu 1 Billion Mark schätzt. —z.

Desinfektionsanlage für Eisenbahnwaggons. In der Hauptwerkstätte des Bahnhofs Potsdam ist seit ungefähr einem Jahre ein Apparat in Betrieb, der in höchst einfacher Weise gestattet, ganze Eisenbahnwaggons zu desinfizieren, eine Arbeit, die früher sehr langwierig und teuer war und zudem nicht immer die gewünschte Wirkung hatte. Die neue Anlage dient außer zur Desinfektion auch noch zur Reinigung der Wagen, besonders der nach Rußland verkehrenden D-Zugwagen, von Ungeziefer und schließlich auch zum Austrocknen von Speisewagen, deren Fußböden häufig völlig durchnäßt sind. Während eine gründliche Reinigung von D-Zugwagen und die völlige Vertilgung des Ungeziefers in ihnen bisher nur durch Herausnehmen aller Polsterteile zu erreichen war, ist dies bei dem neuen Apparat nicht erforderlich. Die Anlage besteht aus einem gußeisernen Zylinder, der etwa 25 m lang ist und einen Durchmesser von ungefähr 3 m hat. Seine beiden Enden können durch Böden verschlossen werden; der eine dieser Böden ist mit Hilfe eines Kranes zur Seite zu drehen. Das Gewicht des Apparates samt dem Kran beträgt 135 000 kg. In den Zylinder führt ein Geleise hinein, auf dem der zu reinigende Wagen eingefahren wird. Dann wird der Deckel mittels des Kranes vorgeschoben und mit Klappschrauben an den Rand des Zylinders festgedrückt. Ist der Apparat luftdicht verschlossen, so wird der Innenraum mittels Frischdampfes auf etwa 50° C. angeheizt und zugleich mit Hilfe einer von einem Elektromotor angetriebenen Luftpumpe die Luft im Innern des Zylinders stark verdünnt. Die gleichmäßige Durchwärmung des Zylinders und des eingefahrenen Wagens nimmt fünf Stunden in Anspruch, obwohl zwei elektrische Ventilatoren die Luft in ständiger Bewegung halten. Das Evakuieren des ganzen Raumes, der nahezu 500 cbm groß ist, dauert zwei Stunden. Da in einem derartig evakuierten Raume bei einer Temperatur von 50° allen Lebewesen ihre Körperflüssigkeit entzogen wird, so ist man sicher, daß hierbei alle Insekten und auch ihre Brut vernichtet werden. Weder die Polster noch die Wandbekleidung müssen hierbei entfernt werden und auch die äußere Lackierung des Wagens wird in keiner Weise angegriffen. Schließlich wird in dem Vakuum noch *Formalin* verdampft, dessen Dämpfe beim Wiedereinströmen der Luft von dieser bis in die kleinsten Poren mitgenommen werden, so daß auch eine vollkommene Abtötung aller Krankheitskeime mit Sicherheit erreicht wird. Die Betriebskosten für die Reinigung eines großen Schlaf- oder D-Zugwagens belaufen sich auf 20 M., während früher die Reinigung eines durch Ungeziefer verschmutzten Wagens das Zehnfache an Löhnen kostete und durchaus keine Gewähr für eine einwandfreie Reinigung gab. Es wäre sehr zu wünschen, daß auch auf anderen Bahnhöfen solche Anlagen errichtet werden, damit besonders alle aus dem Ausland kommenden Wagen einer solchen intensiven Reinigung unterzogen werden können. *S.*

Künstliche Diamanten. Bekanntlich ist es *Moissan* bereits im Jahre 1896 gelungen, künstliche Diamanten zu erzeugen, indem er das einzige bekannte Lösungsmittel des Kohlenstoffs, flüssiges Eisen, benutzte und dieses nach Sättigung mit Kohlenstoff unter hohem Druck zum Kristallisieren brachte. Dieser Druck kann dadurch hervorgebracht werden, daß im elektrischen Flammenbogen geschmolzene Eisenkugeln, nachdem ihnen Kohlenstoff zugeführt worden ist, tropfenweise in eine Flüssigkeit fallen. Die hierbei schnell erstarrende Oberfläche der Kugeln hindert die im Innern noch befindliche flüssige Masse, sich auszudehnen. Unter dem hierdurch erzeugten außerordentlich hohen Druck kristallisiert nunmehr der Kohlenstoff. — In den *Berichten der Deutschen Chemischen Gesellschaft* Nr. 2, 1913 (S. 216) gibt *Wilhelm Prandl* einen Vorlesungsversuch an, der das Moissansche Verfahren in einfachster Weise nachahmt. Das kohlenstoffhaltige Eisen wird alumino-thermisch hergestellt. Eine zylindrische Blechbüchse von 10 cm Durchmesser und 12 cm Höhe erhält als Einlage einen zweiten ähnlichen Zylinder, der mit 200 g Eisenthermit, vermischt mit 10 bis 15 g Kokspulver, angefüllt wird. Nachdem dann noch der hohle Raum zwischen den beiden Zylindern mit Flußspatpulver ausgefüllt worden ist, wird der innere Zylinder herausgezogen und die Blechbüchse auf einem Stativ so aufgestellt, daß unter ihr ein Behälter steht, der mit etwas Quecksilber und über diesem mit Wasser angefüllt ist. Wird nun die Thermitmasse angezündet, so sinkt das flüssige Eisen herab und nach dem Durchschmelzen des Büchsenbodens in den darunter stehenden Behälter. Die von der Schlacke befreite Masse wird mit Salzsäure und Königswasser von allen in diesen Flüssigkeiten löslichen Stoffen befreit, der graphitartige Rückstand weiterer Oxydation von chlorsaurem Kalium und Salpetersäure ausgesetzt, und der hierauf noch verbleibende Rest mit einem Flußsäure-Schwefelsäure-Salpetersäure-Gemisch behufs Abrauchen behandelt, schließlich mit saurem schwefelsaurem Natrium geschmolzen. Der geringe noch übrigbleibende Rückstand wird ausgewaschen, getrocknet und zuletzt in Methylenjodid eingetragen. Was in diesem untersinkt, ist ein Kristallpulver, dessen Teilchen, soweit sie einfach brechend sind, als Diamant angesprochen werden dürfen. Unter dem Mikroskop sind auch noch doppeltbrechende Teilchen zu erkennen, welche als Carborundum gedeutet werden dürften. Die Härte des Pulvers bestätigt jedenfalls, daß hier diamantartige Kristalle vorliegen. —z.

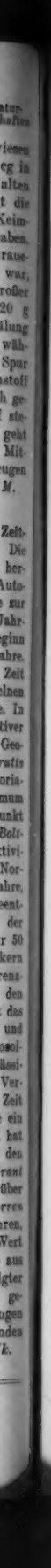
Aus dem Jahresbericht des Internationalen Komitees der Atomgewichte für 1913, welcher 83 Elemente aufführt, ist als wichtigste Tatsache zu erwähnen, daß ein neues Element, als zuverlässig neu bestimmt, eingefügt wurde, nämlich das Holmium (Ho) mit dem Atomgewicht 163,5, wenn Sauerstoff (O) gleich 16,00, Wasserstoff (H) gleich 1,008 angenommen wird. Es ist sehr anzuerkennen, daß das aus den Mitgliedern *F. W. Clarke, T. E. Thorpe, W. Ostwald, G. Urbain* bestehende Komitee bei Vornahme von Änderungen in der Tabelle der Elemente mit allergrößter Vorsicht zuwege geht. Für eine ganze Anzahl von Elementen (Stickstoff, Kalium, Chlor, Fluor, Phosphor, Quecksilber, Selen, Tellur, Radium, Tantal, Iridium) lagen neue Bestimmungen des Atomgewichts vor, auf Grund deren vielleicht zwei oder drei geringe Änderungen in den Angaben der Atomgewichte hätten gemacht werden können, *„doch scheint es nicht wünschenswert, solche Änderungen allzu häufig vorzunehmen". (Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft* 1913, Nr. 1, S. 1.) Im Jahresbericht für 1912 waren sechs Änderungen als notwendig hingestellt worden, deren wichtigste das Atomgewicht des Quecksilbers betraf, welches jetzt 200,6 gegen früher 200,0 angenommen wird. —z.

Aus Schwedens Wäldern bringt das reich illustrierte Heft 9 der *„Mitteilungen aus der Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens"* (Stockholm 1912) einige Berichte von allgemeinerem Interesse. Seit den vierziger Jahren des vorigen Jahrhunderts hatte man zur Aufforstung der Nadelholzwälder Saatgut aus Darmstädter Samenhandlungen eingeführt, das wohl zumeist aus Hessen, der

Pfalz und Bayern stammte. Es wurden daraus Kiefernbestände von etwa 20 000 Hektar Ausdehnung erzogen, die nach anfänglich guter Entwicklung im Laufe des zweiten oder dritten Jahrzehnts Mißwuchs zeigten, so daß sich mit der Bezeichnung *„Deutschkiefer"* in der schwedischen Forstterminologie der Begriff der Krummwüchsigkeit und anderer krankhafter Erscheinungen, die zu einem allmählichen Hinsiechen und Absterben der Bäume führen, verknüpft hat. Die Ursache dieses abnormen Wachstums ist, wie *Eduard Wibeck* ausführt, die Versetzung der an ein südlicheres Klima angepaßten Rasse in ein nördlicheres; erweist sich doch selbst der aus dem südlichen Schweden stammende Kiefernsamen für die nördlichen Gebiete als wenig geeignet. Im Frühling fängt die Sprossenentwicklung der Deutschkiefer früher an, im Herbste endet sie später als diejenige der einheimischen Kiefernrassen; hierdurch ist eine größere Empfindlichkeit des fremden Baums gegen Frost und andere Klimaeinflüsse bedingt. Der unvollständigen Verholzung wegen werden die Stämme und Äste leicht durch den Schneedruck gebogen und geborsten; durch Risse in der Rinde dringen leichter parasitische Pilze ein, namentlich der des Kiefernkrebses (Dasyscypha calyciformis Willd.), der die einheimische Kiefer nur in beschränktem Maße schädigt. Das lose und schlecht gewachsene Holz ist als Nutzholz fast gar nicht zu gebrauchen. In den schwedischen Staatsforsten darf daher fremder Kiefernsamen schon seit 1882 nicht mehr verwendet werden, und durch erhöhte Zollsätze (die letzten 1911) sowie durch die Vorschrift, daß die eingeführten Kiefernsamen durch Eosin gefärbt sein müssen, ist die Einfuhr noch weiter erschwert worden. Diese Vorschriften beziehen sich auch auf die Fichte; indessen haben sie sich hier kaum als berechtigt erwiesen. Die anscheinend aus Harzer Samen erwachsenen Fichten zeigen gutes Wachstum noch mit 50 bis 60 Jahren und sind völlig winterhart bis zu 59° 30′ n. Br.

Über *Schneebruchschäden* von gewaltiger Ausdehnung berichtet *Henrik Hesselman*. Die schwedischen Wälder sind größeren Schneebruchschäden im allgemeinen wenig ausgesetzt, namentlich weil der Schnee meist bei niedriger Temperatur fällt, also leicht ist und nicht an den Bäumen festklebt. Im Winter 1910 bis 1911 wurde aber fast das ganze nordschwedische Gebiet zwischen 60° und 66° Br. von Schneebrüchen heimgesucht, die außerordentlichen Schaden anrichteten. Besonders litten die Fichten, hauptsächlich durch Wipfelbrüche, aber auch durch Stammbrüche. Im Staatsforst Hamra kronopark, einer der wertvollsten Walddomänen des schwedischen Staates, waren auf einer Probefläche von einem Hektar 73 % der Fichten und 30 % der Kiefern beschädigt. Die Ursache dieser Kalamität waren bedeutende Schneefälle, die im November 1910 bei hoher Temperatur (etwa 0° C.) eintraten und selbst große Bäume völlig in einen Mantel von Schnee einhüllten. *F. M.*

Harnstoff wird nicht nur im Tier-, sondern auch *im Pflanzenkörper* gebildet. Nach früheren Untersuchungen von *R. Fosse* erzeugen die Schimmelpilze Penicillium glaucum und Aspergillus niger diese Verbindung in reinen, aseptischen Lösungen von Zucker und Ammoniak. Derselbe französische Forscher hat jetzt gefunden, daß Harnstoff in noch größerer Menge entsteht, wenn Weizen, Gerste, Mais, Erbsen, Klee und Pferdebohnen während der Keimung die Reservestoffe des Samens verbrauchen. In 12—15 cm hohen Keimpflanzen der Erbse kamen auf 1 kg Trockensubstanz (einschließlich der Kotyledonen) 0,64 g Harnstoff. Er ist auch in ruhenden Erbsen-, Weizen- und Maissamen nachgewiesen worden, doch nur in sehr geringer Menge (kaum 1 cg in 1 kg trockener Erbsensamen). Bei sechs Wochen alten Keimpflanzen ließ sich aus den Kotyledonen nicht die geringste Spur Harnstoff ausziehen, während die Keimlinge 0,112 g Harnstoff auf 1 kg Frischgewicht ergaben. Auch in den Würzelchen des Gerstenmalzes der Brauereien, das bei niedrigerer Temperatur getrocknet war, und in dem Malzextrakt des Handels konnte mit großer Leichtigkeit Harnstoff nachgewiesen werden. 20 g Bohnenembryonen, die bei der industriellen Schälung der Samen erhalten waren, lieferten 1 cg Harnstoff, während die geschälten Samen selbst in 500 g nur eine Spur dieses Körpers ergaben. Endlich wurde der Harnstoff nachgewiesen in Keimlingen vom Mais, der aseptisch gekeimt hatte, und in erwachsenen Pflanzen, die auf sterilen Nährlösung erzogen worden waren. Hieraus geht hervor, daß die Pflanzenzelle für sich allein, ohne Mitwirkung von Mikroorganismen, Harnstoff zu erzeugen vermag. (*Compt. rend.* 1913, *156*, 567.) *F. M.*

Eine Zusammenstellung der Angaben über **Zeitrelationen in der Geologie** hat *V. Hilber* gemacht. Die aus dem Aufbau der geologischen Formationen hergeleiteten Relationen sind bei den verschiedenen Autoren sehr wenig übereinstimmend. So hat *Lyell* die zur vollständigen Speziesänderung nötige Zeit auf 20 Jahrmillionen geschätzt und demnach die Zeit seit Beginn des Silurs (ohne Kambrium) auf 240 Millionen Jahre. *Walcott* dagegen behauptet, daß man die geologische Zeit mit Zehnern von Millionen, aber weder mit einzelnen noch mit Hunderten von Millionen zu messen habe. In neuerer Zeit hat man versucht, mit Hilfe radioaktiver Untersuchungen der Gesteine das Zeitproblem der Geologie zu bewältigen. Nach den Beobachtungen *Strutts* über die jährliche Entwicklung von Helium aus Thorianit und Pechblende gibt *F. E. Sueß* als sicheres Minimum für die Zeit seit einem nicht näher bestimmten Zeitpunkt im Archäikum 710 Millionen Jahre an, dagegen *Boltwood* aus dem vermuteten Endergebnis der Radioaktivität des Urans, Blei das Alter archäischer Gesteine von Norwegen und Ceylon mit 1700 bis 2200 Millionen Jahre, während *Becker* durch Berücksichtigung der Wärmeentwicklung aus dem Radiumgehalt der oberen Teile der Erdkruste zu einem Alter unseres Planeten von nur 50 bis 80 Millionen Jahre kommt. Die von den Physikern für die Zeit seit Erkaltung der Erde berechneten Grenzwerte von 20 bis 100 Jahrmillionen erscheinen den meisten Geologen zu niedrig. *W. Marcyel* berechnet das Alter der Erde als Weltkörper zu 5 Jahrbillionen und *Mc Gee* veranschlagt die Zeit seit Beginn des Paläozoikums auf mindestens 6000 Millionen Jahre. Zuverlässiger werden die Zahlen für die jüngste geologische Vergangenheit. Aus dem Maß der Landhebung seit der Zeit der Kjökkenmöddinger rechnet *Brögger* für diese ein Alter von 7000 Jahren aus. Für die Postglazialzeit hat man aus der Ausnagungszeit der Niagaraschlucht den Betrag von 36 000 Jahren abgeleitet, doch findet *Gran* hierfür nur 7800 Jahre. Aus den Ablagerungen über Eiszeitmoränen finden *Brückner*, *Steck* und *Warren Upham* die Zeit seit der letzten Eiszeit zu 20 000 Jahren, *Forel* dagegen nur 12 000 Jahre. Mit dem ersteren Wert stimmt die Zahl von 20 000 Jahren überein, welche aus dem Vergleich rezenter und seit der Nacheiszeit erfolgter Schuttablagerungen am Schweizersbild von *Nüesch* gewonnen ist. Hoffentlich bringen weitere Untersuchungen Klarheit über diese uns überall entgegentretenden Widersprüche. (*Peterm. Mitt. 58*, 311, 1912.) *Mk.*

Für die Redaktion verantwortlich: *Dr. Arnold Berliner*, Berlin W. 9.